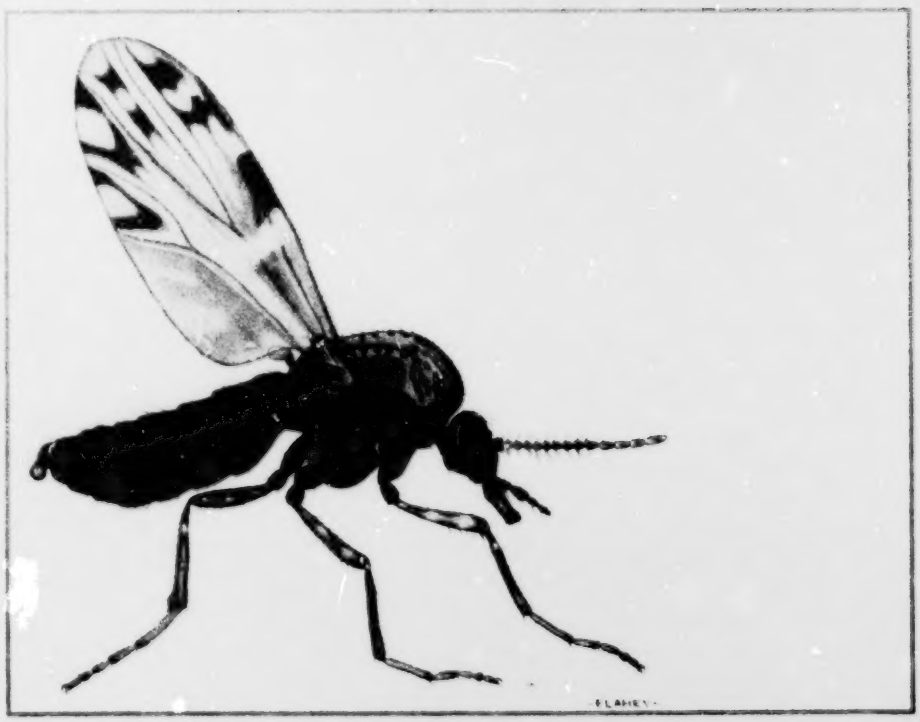
Biting flies attacking man and livestock in Canada

Agriculture Canada

Publication 1781/E



Canada

86-0998/

Biting flies attacking man and livestock in Canada

by
D. M. Wood
Biosystematics Research Institute
Ottawa, Ontario

Recommendations for pesticide use in this publication are intended as guidelines only. Any application of a pesticide must be in accordance with directions printed on the product label of that pesticide as prescribed under the *Pest Control Products Act*. **Always read the label.** A registered pesticide should also be recommended by provincial authorities. Because recommendations for use may vary from province to province, your provincial agricultural representative should be consulted for specific advice.

PUBLICATION 1781/E, available from
Communications Branch, Agriculture Canada,
Ottawa K1A 0C7

©Minister of Supply and Services Canada 1985
Cat. No. A43-1781/1985E ISBN: 0-662-13691-8
Printed 1985 5M-6:85

Également disponible en français sous le titre
Diptères piqueurs du Canada qui s'attaquent à l'homme et au bétail.

CONTENTS

Introduction /7
Mechanism of blood feeding /7
Life cycle /9
Disease transmission /12
Allergic reactions and immunity /14
Personal protection /15
Abatement strategies /16
Families of biting flies /18
Mosquitoes (Culicidae) /18
Black flies (Simuliidae) /22
Biting midges (Ceratopogonidae) /26
Horse flies and deer flies (Tabanidae) /28
Snipe flies (*Symphoromya* spp.—Rhagionidae) /30
Horn flies and stable flies (*Haematobia irritans* and *Stomoxys calcitrans*—Muscidae) /31
Sheep keds, or sheep ticks (*Melophagus ovinus*—Hippoboscidae) /32
Acknowledgments /35
Further reading /35

INTRODUCTION

Canada has been afflicted with more than its fair share of bloodsucking flies. The number of species may not seem large compared to the faunas of tropical countries, but some of the pest species can be astonishingly numerous at certain times and places. Canada is so large that no one species is found in all parts of the country—problem species differ from region to region, from spring to fall, and even from one year to the next. Over much of the nation, poor drainage, resulting from bedrock or permafrost just below the surface, combined with ample rainfall and snowfall contribute immeasurably to their abundance. In some instances, by impeding or altering drainage patterns, man unwittingly creates conditions that augment their numbers.

The success of any counterattack on a pest species by man has usually been directly proportional to the extent of his knowledge of the life cycle, especially of the habitat of the larvae, for most bloodsucking flies are in the larval phase most of the year. Also, larvae of most species are aquatic or semiaquatic, and thus are usually concentrated in relatively small areas. An experienced observer can sometimes predict fairly accurately what species may occur in a given habitat, suggesting that the female fly is consistent in selecting a certain type of habitat for her offspring; however, the exact parameters are known only to the insects themselves. For example, female mosquitoes are also sensitive to odors left behind by larvae and pupae of the previous generation and consequently lay their eggs in that same habitat: nothing succeeds like success!

Bloodsucking species of flies (members of the order Diptera) attacking man or livestock in Canada belong to one of the following seven families: mosquitoes, black flies, biting midges (also called no-see-ums, punkies, or sand flies), horse flies and deer flies (collectively called tabanids), snipe flies, horn flies and stable flies, and sheep keds, or sheep ticks. Each family is treated in detail under the section on Families of biting flies. Horn flies and sheep keds do not bite man but are restricted to cattle and sheep, respectively. Insects other than Diptera that suck blood, such as fleas, lice, or bed bugs, and non-insects such as ticks and chiggers (Acarina) are not discussed here, nor are those bloodsucking Diptera (a few rare species in each of the families Corethrellidae, Psychodidae, and Ceratopogonidae) that bite only reptiles or amphibians.

MECHANISM OF BLOOD FEEDING

The females of many different kinds of flies depend on blood as a source of protein for their developing eggs. Insect blood was probably an important source, perhaps the major source, of food for the earliest ancestors of flies, and many species still catch their insect prey on the wing and feed only on its blood. The arrival of large terrestrial vertebrates, however, providing an almost inexhaustible supply of blood, must have presented a tempting alternative to insects, for whole families of extant flies now feed almost exclusively on vertebrate blood. One can only imagine the hordes of biting flies that the dinosaurs might have had to contend with!

Among mosquitoes, black flies, biting midges, tabanids, and snipe flies, it is only the female which sucks blood. The males are, without exception, innocuous, and subsist only on sugars such as nectar or honeydew secreted by aphids. In contrast, both sexes of horn flies, stable flies, and sheep keds suck blood. Furthermore, the mouthparts of the last named group are constructed on an entirely different plan, suggesting that the bloodsucking habit of this group was reacquired independently in the course of evolution after it had been lost.

The shift from preying on other insects to bloodsucking on vertebrates may have been a relatively easy step once the fly developed the ability to home in on carbon dioxide. All biting flies are extremely sensitive to this compound and can detect and follow an "odor plume" containing it, for great distances. Other odors from a potential host may also play a role in long-distance detection. The fly is also sensitive to heat and moisture as it approaches its host, and when quite close, perhaps only a few metres away, vision apparently comes into play. These responses are best known for mosquitoes, but observations on all biting flies suggest that they, too, are responding to the same cues.

The females of mosquitoes, black flies, biting midges, tabanids, and snipe flies (as well as those of the insect biters alluded to previously) all have the same set of mouthparts (labrum, mandibles, maxillae, and labium) that are common to other insects and all are similarly modified. The modifications to each of these appendages, however, are considerable. Both the mandibles and maxillae are blade- or sword-like, with serrated edges, and their musculature has been radically altered to allow them to be jabbed into skin. This commonality of structure has led investigators to conclude that the common ancestor of all these flies had similar mouthparts and was also a blood feeder.

When preparing to feed, the fly thrusts its maxillary blades, which have recurved teeth along their margins, into the skin as anchors, then snips the skin with its mandibles, which act like a pair of scissors, until blood begins to flow. As blood wells up in the wound, the fly pumps salivary fluid into it to prevent coagulation. This saliva, which contains protein, is allergenic, and causes the swelling and itching that make their attentions so unpleasant. The fly then draws blood up through a channel along the underside of the labrum. No solid tissue is taken, and the belief that black flies and tabanids take chunks of skin has no basis in fact. Of the flies mentioned here, only mosquitoes have evolved a more sophisticated form of feeding. Instead of snipping the skin, the long sword-like mandibles are jabbed deeply into the skin until a capillary is encountered. The mandibles then enter the capillary, and blood is pumped up via the channel along the labrum.

Unlike nectar or other sugar solutions which are stored in the crop, blood passes directly to the stomach, or midgut. The abdominal walls of a biting fly are exceptionally distensible—a mosquito may commonly double its own weight with a single blood meal, and may occasionally triple its own weight. With a full meal of blood, the insect can scarcely fly, and promptly seeks a resting place for several days while the blood is being digested. A week or so later, depending on the temperature, the eggs develop, and the female then seeks a suitable place to deposit them. After deposition, she is ready to search for another blood meal to repeat the process.

The blood meal is such an integral part of the physiology of female biting flies, that most of them cannot mature their eggs without one. Such species thus dependent are said to be anautogenous. In every family of biting flies, however, there are species that have escaped the need for a blood meal and have developed the ability to mature their eggs without one; these species are said to be autogenous. If they develop all their eggs without blood, and do not take blood, they may be called obligatorily autogenous. However, if a few eggs develop without blood, but many more can be matured with a blood meal, these species are said to be facultatively autogenous. In some species, the first cycle of the season is autogenous, whereas blood is required for subsequent cycles.

LIFE CYCLE

All biting flies pass through four major phases during their life cycle: egg, larva, pupa, and adult (Figs. 1, 2, 4, 6). The time of occurrence of each phase is essentially the same from year to year for any given species. Different species, however, usually differ from one another, often substantially, in the timing of each phase.

Most species complete only one cycle, or generation, annually, and are said to be univoltine. Others, which can complete more than one cycle per year, are multivoltine. Univoltine species, upon reaching a certain point in their life cycle, must enter a resting stage, or diapause, in which to pass the winter, the summer, or both. When the weather is favorable for development, multivoltine species can skip the diapause; for these species diapause becomes facultative, not rigidly programmed into the life cycle. Environmental signals such as shorter days or cooler conditions induce diapause, and development is then temporarily suspended either for a predetermined number of weeks or months or until some other environmental cues signal that the time has come when development can safely be resumed. A thorough knowledge of the timing of the life cycle of every pest species is a prerequisite to successful abatement.

Diapause may occur during any of the four phases, depending on the species. For example, most species of mosquitoes belonging to the genera *Anopheles* and *Culiseta* overwinter as adults. However, *Culiseta melanura* overwinters as a larva, whereas *Anopheles walkeri* and *Culiseta morsitans* overwinter as eggs. Most species of *Aedes* mosquitoes overwinter as eggs, which pass the summer, autumn, and winter in diapause, then hatch in the spring after the snow has begun to melt. Most species of black flies also overwinter in the egg stage, but a few species hatch in the fall and the larvae develop slowly all winter under the ice. These species appear as adults in early spring, and spend the summer as diapausing eggs. All tabanids overwinter as larvae, but they are inactive and are probably in diapause. A few tabanid species need more than one year to reach maturity. Horn flies and stable flies pass the winter as pupae. Sheep keds, because they are in a perpetually warm environment, have no diapause.

Egg. Eggs must be deposited in or above a suitable environment for larval development, because newly hatched larvae have severely limited powers of dispersal. The larval habitat is thus determined by the female. As some species oviposit (for instance, many mosquito and black fly species that develop in temporary pools or streams) after the water has dried up for the summer, she must rely on other cues. Some female mosquitoes have been shown to respond to odors left behind by developing larvae and pupae—if such odors could be generated in places unsuitable for larval development, or in combination with insecticides, females might be duped into depositing their eggs in unsuitable places.

Larva. All growth is done by the larva. An insect larva must shed its outer skin, or cuticle, periodically during growth, for the cuticle's ability to distend is limited. After shedding, or molting, its cuticle, the larva immediately swallows air or water to enlarge itself while the new cuticle stretches to its new capacity. Each period of growth is a stage; the larva itself during a given stage is said to be in a particular instar, first instar, second instar, third instar, and so forth. The number of instars larvae of biting flies have varies from three to seven, depending on the family. Mosquitoes, biting midges, and tabanids have four instars, black flies have up to seven, and horn flies, stable flies, and sheep keds have only three. Each successive instar is larger than the previous one, and is usually different not only in size but in structure as well. The first instar is usually markedly different from later instars. Identification aids are usually based on the final instar, and because of lack of knowledge, it is usually difficult to identify to species the other instars of most biting flies unless comparison to final instars is possible.

Larvae of almost all biting flies are aquatic or semiaquatic. Mosquito larvae are confined to standing (non-moving) water, whereas black fly larvae are found only in flowing water (preferences for rate of flow differ among species—for some the flow must be rapid, for others it may be scarcely detectable). Larvae of biting midges, tabanids, and snipe flies usually live in moist soil or moss, whereas those of horn flies can develop only in fresh cow dung. Stable fly larvae are able to develop in any decaying vegetation, including cow dung. All larval instars of the sheep ked are spent within the abdomen of the female, in an elaborate uterus adapted for nourishing developing larvae one at a time.

Pupa. The transition from larva to adult is accomplished in the pupa. Although the pupa develops within the skin of the last instar, it resembles an adult rather than a larva, for the outlines of eyes, legs, and wings can be readily seen on its surface. Normally the pupa sheds the cuticle of the last larval instar; some biting midge pupae remain partly enclosed by their larval cuticle. Pupae of horn flies, stable flies, and sheep keds remain completely enclosed by this cuticle, which becomes a tough barrel-shaped protective container (puparium) for the pupa. With the exception of overwintering horn flies and stable flies, the pupal phase lasts only a week or two. Pupae of mosquitoes can escape predators by swimming to the bottom of the pond. Black fly pupae remain under water, partially enclosed in a silken

cocoon which offers little protection from predators. Pupae of biting midges and tabanids are helpless and vulnerable to predators; the most they are capable of is wriggling to the surface of the moss or soil so the adult can escape easily. Adults of horn flies and stable flies must force their way out of the puparium and surrounding soil by means of a distensible sac, called the ptilinum, on the front of the head, which exerts pressure on an obstacle, and in some flies is covered with teeth for rasping the soil ahead of it.

Adult. Emergence (i.e., escape from the pupa) usually occurs in the early morning, perhaps to avoid the many predators which become active later in the day. Freshly emerged adults are usually rather soft, and require a day or so for their cuticle to harden sufficiently. Black flies, however, must emerge under flowing water, for the pupa cannot leave its cocoon; their wings expand as they emerge. Although they are able to take flight as soon as they reach the surface, black fly adults still require several hours to become fully hardened.

A prerequisite of any activity for both sexes is a sugar meal—either in the form of nectar from flowers, as sap from tree wounds in spring, or as honeydew, a sugary solution produced by aphids and scale insects that is usually readily available on the leaves of many different kinds of plants. Water is also a regular requirement: sugar and water are presumably taken at least once every day of a fly's life.

Mating is presumed to be the next order of priority. Males of nearly all species of mosquitoes, black flies, biting midges, tabanids, and snipe flies assemble at particular sites within a few days of emergence, and they presumably spend their entire lives, when not resting or active at that site, commuting between such places and sources of sugar and water. A wide variety of male flies, as well as the males of many other insects, congregate at certain sites, and a particular species may be found there year after year. Females are believed to come to the site only briefly, presumably soon after their emergence. Because mating has been observed almost exclusively at such sites, it is now widely assumed that they are meeting places where the individuals of both sexes can find one another. Hilltops, valley floors, forest clearings, edges of water bodies, prominent trees or boulders, and many other irregularities in the environment have been identified as assembly sites for different species of flies. Male mosquitoes, black flies, and biting midges tend to assemble in the evening, often in swarms. They usually remain hovering or flying back and forth over or beside some prominent object, the "swarm marker." When the swarm is large, the noise of the wing beats may be audible for some distance. Females do not take part in the swarm, but on approaching or entering it they are instantly pursued by one, or more, males. The coupled pair immediately leaves the swarm, and mating is completed nearby in the vegetation. Males presumably reenter the swarm after mating; females may not need to mate again and hence may not return to the swarm, although this aspect of their behavior is not well known. On a warm spring or summer morning on an exposed hilltop, male tabanids, often of several species, may be seen hovering or resting, periodically chasing every passing insect, presumably in hopes of encountering a female. Males may

be found there day after day, and experiments are under way to determine whether a particular individual spends all his time at one site or whether he visits other sites. Females are seldom seen, and then only briefly, usually departing with a male in tow. After females of mosquitoes, black flies, biting midges, tabanids, and snipe flies have mated, they are ready to seek a blood meal.

Unlike the aforementioned families, whose males cannot take blood, both sexes of horn flies, stable flies, and sheep keds suck blood. Sheep keds spend their entire lives in the wool of sheep and cannot survive elsewhere. Horn flies spend almost all their adult lives on the backs of cattle, leaving only for a few minutes at a time to lay their eggs on fresh dung. Stable flies are less strongly associated with livestock, and will attack man along beaches, often in remote areas, far from barnyards.

DISEASE TRANSMISSION

In contrast to most tropical and subtropical countries, Canada has relatively few diseases transmitted by biting flies that affect man and livestock. Insects that transmit disease are known as vectors; the disease organisms themselves are pathogens, whereas the victims are the hosts. To succeed, an epidemic (or epizootic in the case of animals) of an insect-borne disease requires suitably high populations, in close proximity, of the host or alternate host, the vector or vectors, and the pathogen.

Transmission of a pathogen may be of two types, mechanical (when the insect is merely a passive carrier, carrying pathogens on its body or mouthparts from a previous visit to an infected host), and biological (when the insect itself plays an essential role in the life cycle of the pathogen). Mechanical transmission is much less important in Canada than is biological transmission. Deer flies, horse flies, and stable flies, which tend to feed on small amounts of blood from several animals in succession, are believed to transmit the bacteria that cause tularaemia and anthrax by carrying these bacteria on their mouthparts from an infected host to an uninfected one. The flies themselves are not necessary steps in the life cycle of the bacteria.

The most important pathogens transmitted by the biting fly in Canada are the arboviruses (*arbo* from *ar*thropod *bo*rne). Canadian arboviruses are primarily pathogens of wild mammals and birds and their occurrence in man and livestock is sporadic, that is to say, only when populations of the vector mosquito rise to abnormally high levels. Four of these arboviruses, transmitted biologically by mosquitoes, cause encephalitis in man. Western equine encephalitis (WEE) and eastern equine encephalitis (EEE) affect horses as well as man, whereas St. Louis encephalitis (SLE) and the snowshoe hare (SSH) strain of the California group of viruses affect man but not livestock. Another strain of the California group, Powassen virus, is transmitted by ticks. Most persons contracting any of these viral infections will not suffer any serious effects, and may not be aware that they have the infection (blood tests taken after epidemics have shown that hundreds of people had the disease but did not report it, for every person who was hospitalized).

The cycles of WEE and SSH probably occur many times every summer, in many parts of Canada, but go undetected because they involve only wild animals. The viruses of SLE and EEE may not be present every year in Canada, although they are undoubtedly present in the USA, and have advanced northward on several occasions. Whether these viruses increase or decrease as summer progresses probably depends more on populations of the vector mosquitoes than on any other factor—in a wet summer these vectors can become enormously abundant, and the chances for an outbreak of the disease among humans and livestock become much greater. In a dry summer, the vectors, and subsequently the disease, become scarce.

WEE is predominantly a disease of the Prairie Provinces and is transmitted most commonly and effectively by a prairie mosquito, *Culex tarsalis*, although other mosquitoes such as *Culiseta inornata* also transmit it. These mosquitoes are partial to feeding on birds but will attack livestock and man when birds are not available. Horses seem particularly susceptible to WEE, and deaths among these animals are usually a prelude to a potential epidemic in the human population. The progress of WEE is monitored every summer at various points across the prairies by frequent testing of chickens maintained for the purpose (called sentinel flocks). Numbers of *tarsalis* are also monitored by means of special traps. When these chickens become infected, and when *tarsalis* reaches a critical level, a decision to spray for *tarsalis* must be made to prevent a potential epidemic of WEE.

SLE is a common disease in the eastern USA. It, too, is a disease of wild birds, and like WEE, infects man and livestock tangentially to the natural cycle. The most common vector, the northern house mosquito, *Culex pipiens*, is present everywhere in southern Ontario and southern Quebec, breeding in ditches and puddles as well as in man-made containers. Chickens and house sparrows may readily become infected, bringing the disease into an urban situation. Although it much prefers to bite birds, *pipiens* will also bite man, bringing SLE into the human population. SLE was unknown in Canada until the epidemic of summer 1975 in southern Ontario. The virus apparently spread north from the USA during a warm wet season in which *pipiens* became exceptionally abundant. There were 66 verified clinical cases, with five fatalities. Subsequent blood tests on a random basis have shown that hundreds more had the disease but did not have symptoms severe enough to be hospitalized. The infection rate dropped precipitously the following summer, and by 1977, the virus had apparently disappeared from Ontario and has not returned.

Although EEE virus has been responsible for deaths of horses in Quebec, no human cases in Canada have been documented. Its vector in the USA, *Culiseta melanura*, also a bird biter, is rare in Canada, and unless other species of mosquitoes can serve effectively as vectors, EEE is unlikely to become a problem.

SSH is apparently widely distributed across the north, where it is passed among small mammals, especially snowshoe hares, by a forest mosquito, *Aedes communis*. Both the wild hosts and the vectors are common and widely distributed, and *communis* readily attacks man, yet recorded cases of SSH in humans are rare. The apparent rarity may, however, be only a reflection

of the paucity of medical services in the north, where most victims would recover from the disease before being able to seek treatment.

The only other arbovirus in Canada affecting livestock is bluetongue, a disease of deer, cattle, and sheep transmitted biologically by biting midges, especially *Culicoides occidentalis*. In Canada, the disease has been a threat only in central British Columbia.

Two other arboviruses, causing yellow fever and dengue, are exotic to Canada, occurring only in individuals that have recently returned from the tropics. Yellow fever used to occur in late summer along the eastern seaboard, when boats carrying populations of the mosquito vector, *Aedes aegypti*, and presumably also infected seamen, sailed north from southern harbors. The vector can breed in any water-filled container, and does particularly well in bilge water in wooden ships. The advent of modern steel vessels, along with efficient mosquito control, eliminated this hazard from North America. The lack of suitable vector mosquitoes in Canada precludes an epidemic of either of these diseases that might otherwise result from a returning infected tourist.

Malaria is a disease caused by a protozoan. Unlike viral infections, protozoa seem more resistant to the body's defense mechanisms, and once malaria is contracted, symptoms may occur again and again if not treated. Although various animals, including birds, lizards, and monkeys, may contract various kinds of malaria, human malarial organisms have no host other than man and therefore the disease cannot be contracted away from human habitation. Over 100 years ago human malaria flourished in Eastern Canada but has now been eradicated from Canada and the USA. It is transmitted biologically only by species of the mosquito genus *Anopheles*. At least five of the six species of *Anopheles* found in Canada have transmitted malaria experimentally. Transmissions of malaria occurred recently among campers in California, because one of them had the disease. However, this is an unlikely event in Canada, and it could only happen if someone, returning from the tropics with an active case of the disease, were to be bitten by an *Anopheles*.

ALLERGIC REACTIONS AND IMMUNITY

Every time a biting fly (or other biting insect or related arthropod) takes a blood meal it injects a small amount of salivary fluid to help prevent coagulation within and around its mouthparts. This fluid contains proteins which act as allergens, resulting in swollen, itchy welts. A more generalized anaphylactic reaction, though fortunately rare, can occur in a few individuals who are hypersensitive.

Some species of biting flies seem to have more allergenic saliva than others. Black flies may be worse than others in this regard, and one species of black fly, *Simulium arcticum*, has caused many deaths from anaphylactic shock among cattle in certain areas near the North Saskatchewan and Athabaska rivers.

As everyone who has been bitten frequently by mosquitoes knows, the site of the bite becomes itchy almost before the mosquito has finished feeding.

The itch continues for half an hour, or more (the initial reaction), before subsiding, only to return even more forcibly the following day (the delayed reaction). It has been suggested that initial and delayed reactions are responses to different substances. Experiments with rabbits have shown that an animal with no prior exposure will not react, but after only a few bites it will have a delayed reaction. After still more bites, an initial reaction occurs, followed by the delayed reaction as before. Many hundreds more bites are required to create immunity from the delayed reaction, but once this immunity is acquired it seems to last a lifetime. The severity of the initial reaction may also ameliorate after many bites have been received, but the reverse, hypersensitivity or a more intense reaction, may also occur.

The pattern described here, of sensitivity followed by gradually acquired immunity, applies to rabbits bitten by mosquitoes, but other evidence and experience seem to indicate that the same sequence of events occurs in humans, and also in response to bites from other biting flies. However, one may have to acquire an immunity to each group of biting fly separately, for immunity to mosquito bites seems to offer no protection from those of black flies or biting midges. Furthermore, immunity to the bites of one group of mosquitoes may not render the victim immune to those of others. The writer has developed immunity to bites of *Aedes* but not to *Anopheles, Culex,* or *Culiseta.* For black flies, immunity to bites of *Prosimulium* seems not to effect immunity to those of *Simulium.* A vaccine, prepared from the salivary glands, though theoretically possible, presumably would have to be prepared for each group of biting flies, and it would undoubtedly be less expensive to acquire one's immunity through exposure.

PERSONAL PROTECTION

Abatement, aimed at reducing the number of larvae, is a community undertaking, rarely feasible for an individual, even one owning hundreds of hectares; adult mosquitoes, black flies, and tabanids travel far from their breeding places and are likely to infest one's property from breeding places kilometres away. Fogging one's premises with insecticides, to reduce the adults that happen to be lurking in the vicinity, at best effective for only a few hours, is too expensive and time-consuming for most people. Because of the danger involved, and because legislation differs from one year to the next, and from one part of Canada to another, professional assistance should be sought before fogging equipment is rented or purchased. For hikers, campers, and other visitors to sparsely inhabited areas, and even for urban dwellers at times, repellents offer the only practical means of protection from biting flies.

The most effective repellent for mosquitoes is still diethyl toluamide, or deet, as it is usually called. It is a colorless liquid, and is marketed either in nearly pure form or diluted with alcohol. Because only deet is effective in repelling flies (the alcohol evaporates quickly and has no known repellent activity), the brand which provides the highest concentration of deet for the lowest price should be the most economical.

Despite its effectiveness against mosquitoes, deet is less effective against other biting flies and also has other disadvantages. Intended for use either

on skin or on clothing, it may irritate some people's skin, and may damage some synthetic fabrics. It also dissolves some plastics, among them spectacle frames, watch crystals or straps, combs, and handles of pocket knives. Acrylic plastics and polyethylene seem unaffected, but vinyl is quickly softened. On exposed skin, deet must be reapplied every hour, or less, especially under windy conditions.

To overcome some of these deficiencies, a recently developed parka-like jacket, made of open-weave cotton and nylon impregnated before use with deet, provides much longer-lasting protection, up to a day or more. The mesh is coarse enough to admit black flies and mosquitoes, but the impregnated repellent discourages them from entering. The hood of the jacket is usually sufficient to keep black flies and tabanids from crawling into one's hair or under clothing. The open weave permits heat dissipation.

Unfortunately, neither direct application of deet nor use of deet-impregnated clothing kills the attacking insects, which continue to swarm around the head of the person even though they do not bite. Research is under way to test the efficacy of volatile insecticidal compounds such as synthetic pyrethroids, which might reduce their numbers without harming the user.

Electrocutors, which use an ultraviolet light source surrounded by a charged grid that electrocutes any insect approaching the light, remain popular items, especially in rural areas, despite several studies that have shown that such devices do not significantly reduce the numbers of attacking mosquitoes, although they kill many other insects. Apparently female mosquitoes, when searching for blood, are more attracted to people than to the light. Effectiveness in reducing biting midges, the only other biting flies active at night, has apparently not been tested.

Sonic devices emitting a high-pitched noise that supposedly repels blood-seeking mosquitoes have also been tested but found ineffective in protecting the user from attacking mosquitoes. Female mosquitoes are apparently deaf—only the males, which are not interested in blood, respond to sounds.

ABATEMENT STRATEGIES

Reduction in the numbers of biting flies, significant enough to bring relief from local attack for a short period of time, is the best one can hope for at present. Until some breakthrough can be made in genetic engineering, environmental manipulation, or biocontrol, using parasites or diseases of biting flies, most of Canada will continue to be infested annually with biting flies.

Responsibility for abatement legislation rests with the provincial and territorial governments, with the result that 12 different sets of legislation exist in Canada with regard to abatement procedures and licensing of exterminators. An up-to-date list of addresses of provincial officers responsible for administering this legislation may be obtained from the Canada Biting Fly Centre, Department of Entomology, University of Manitoba, Winnipeg, Man. The provincial governments may further delegate responsibility to municipalities, which may superimpose additional legislation of their own. The

Ottawa–Hull region, for example, is regulated by the federal government and two provincial, two regional, and several municipal governments, with the result that biting fly abatement on a community-wide scale has become impracticable.

At present, Alberta, Manitoba, and Yukon have the most ambitious mosquito abatement programs. The cities of Edmonton and Winnipeg each maintain a full-time trained staff to deal with their mosquito problems. The Yukon Territorial Government annually appoints an entomologist to undertake mosquito abatement in those municipalities desiring it. Many other municipalities have mounted sporadic abatement programs, either under threat of an encephalitis outbreak or when pest species reach intolerable levels. Any individual or municipality intending to initiate an abatement program should consult the appropriate provincial or territorial authorities.

Biological control (or biocontrol). Mosquito-fish may be the first organisms that were used specifically to combat biting flies: in 1925, some of these fish were introduced into the warm sulfur pools at Banff, Alta., to reduce the mosquito larvae developing there. The fish have reproduced themselves in these pools ever since, and have effectively eliminated the mosquito problem. In the southern USA, these fish have been introduced into canals, mangrove swamps, and other water bodies, but they are not hardy in Canada in normal waters. Research is currently testing hardier species, for example sticklebacks.

Birds, bats, and dragonflies are widely believed to be effective destroyers of mosquitoes. Undoubtedly these predators will eat mosquitoes when they can, but they cannot be expected to make a significant reduction to mosquito populations, for at least three reasons. Mosquitoes are not readily accessible to them but tend to remain in shaded places, in the shelter of vegetation, where birds and dragonflies cannot readily find them, and they tend to fly close to the ground where bats do not normally hunt. Mosquitoes are active at a time when there are far greater numbers of other, larger insects, such as mayflies, caddisflies, and nonbiting midges available for food. Predators can only eat so much at one time, and as they need a constant supply of food during their lifetime, their populations cannot increase indefinitely. Mosquitoes appear suddenly in large numbers, more than enough to feed all the predators combined, but then disappear for long periods, leaving predators to search for other food. The belief that dragonflies have been raised and released for mosquito abatement is without foundation. The larvae of dragonflies are also predators, and require a year, or more, to develop. A mass-rearing technique for dragonflies, which has not been developed, would likely be very expensive, and there is no assurance that the adults could make a significant contribution to biting fly abatement.

Parasites and pathogens. The most promising research today in biting fly abatement concerns the development and use of parasites and pathogens of the flies themselves. These organisms have the great advantage over predators in that they attack the biting flies specifically, not other organisms, and they do not require other food when the biting flies are not available,

because their life cycles are geared to those of the flies. The bacterium, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, and the mermithid nematode worm, *Romanomermis culicivorax*, are now mass-produced and commercially available for abatement of mosquito larvae. These and related species are being tested against black fly larvae. Various species of fungal pathogens have also been discovered that afflict mosquito, black fly, and tabanid larvae, and their culture and exploitation for abatement are still in the experimental stage.

Environmental manipulation. Every species of animal and plant requires a particular habitat. Some are more tolerant than others of changes in their habitat, but for others, quite small changes may be sufficient to enhance or eliminate that species or to replace it with another. Man has often done this unwittingly by changing patterns of drainage, changing water levels or rates of flow, or changing the vegetation cover. The critical parameters for each biting fly species are imperfectly understood, but some generalizations about past manipulations are possible, and may provide suggestions for future alterations of habitat.

Mosquito larvae, which only inhabit standing water, are sensitive to changes in water level. Quite different species inhabit temporary ponds, semipermanent waters, or permanent waters. Problem species have often been permanently eliminated by draining and filling in the ponds in which they were breeding.

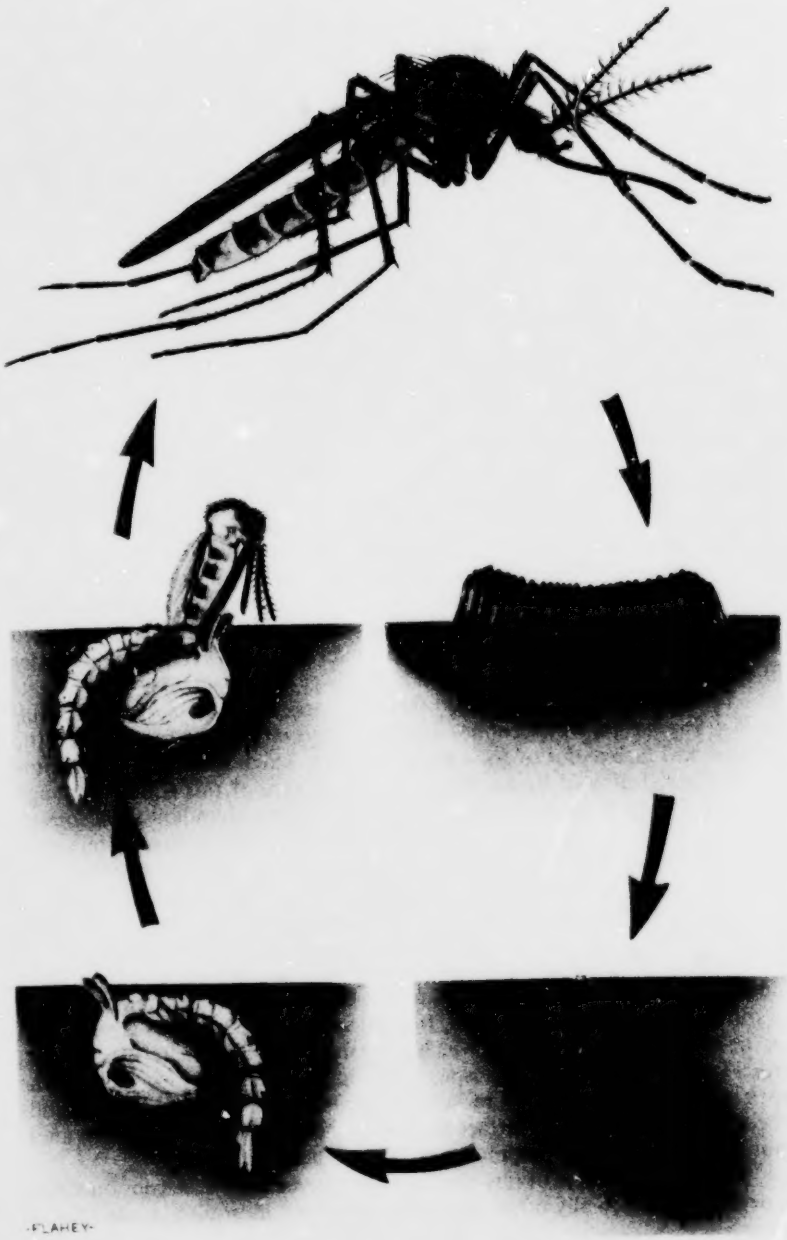
FAMILIES OF BITING FLIES

Mosquitoes (Culicidae)

Mosquitoes are found in every part of Canada except on a few of the small Arctic Islands. Other biting flies may be severe pests in certain areas, but mosquitoes are ubiquitous, and may be encountered both day and night, and from early spring until late summer, giving no respite even in autumn in some years. As if these obnoxious habits were not enough, mosquitoes are the only biting flies in Canada that transmit disease organisms to man (see section on Disease transmission).

At present, 74 species have been recorded in Canada. Their presence throughout the spring and summer is a result of a succession of different species, each appearing at different times, as well as a succession of generations of a few species during the summer and fall, provided rainfall is sufficient. Some of the larger species are long-lived, persisting from late May until August or even early September. Most species, however, do not live more than a month as adults. The first ones to appear in spring, sometimes before

Fig. 1. Life cycle of the mosquito, *Culex pipiens*. Clockwise from top: adult female; eggs cemented together to form a "raft," floating on water surface; larva, suspended from surface film by apex of siphon, through which it breathes air; pupa also suspended at water surface by its two respiratory trumpets; adult emerging into air from floating pupal skin.


-FLAHEY-

all the snow has melted, are females of *Anopheles* and *Culiseta* that have just come out of hibernation. The majority of species (mostly belonging to the genus *Aedes*) hatch in early spring from overwintering eggs, and develop as larvae in pools of meltwater. These early species account for the great surge in numbers of mosquitoes as soon as the leaves appear on the trees. A few species (especially *Aedes vexans*, Canada's worst pest mosquito) that are capable of repeated rapid generations during hot weather may become unbelievably abundant during summers with heavy rainfall, resulting in a severe reduction in livestock gains and milk production. The prairies are acutely affected when such a wet summer occurs, but any part of southern Canada can experience outbreaks of *vexans*.

The presence of adults among grass or shrubs distant from water has led to the assumption that mosquitoes breed in long grass. However, this belief is without foundation. Larvae of all known species require standing water in which to develop. This water may be as little as a spoonful in a tree hole or leaf base, or as much as a marsh many hectares in extent. Virtually every type of standing water, except lake surfaces exposed to wave action, may support larvae of one or more species. Some species, for example *Aedes excrucians*, are tolerant of a variety of situations, breeding across Canada from the treeline south, but most have their preferred habitat. A few may be found only in large permanent marshes. Temporary snowmelt pools support the greatest number of species, mostly species of *Aedes*, and perhaps also the greatest number of individuals. The drying up of these pools in summer is of no consequence once adults have emerged from them, because their eggs survive desiccation, sometimes for many years. Even specialized habitats, such as the water in tree holes or pitcher-plant leaves, contain species of mosquitoes found nowhere else.

Temporary pools form ideal breeding places for species that can develop fast. Predators, which cannot develop appreciably more rapidly than the mosquitoes, face a glut of food for a few days which they cannot consume fast enough, followed by an abrupt disappearance of this food. Although many kinds of predators have evolved to exploit this abundant food source, few are effective enough at significantly reducing the numbers of larvae to be exploitable as biocontrol agents. Parasites and disease organisms also have their difficulties adapting to such a rapid change from feast to famine.

Mosquito larvae, also called wrigglers, are surprisingly complex animals anatomically. They have no legs but can swim rapidly by lashing their body from side to side. Although minute larvae may breathe through their skin, older larvae breath air at the water surface through a pair of small openings, or spiracles, at their posterior end. In most species, the spiracles are elevated on the end of a conical siphon, which gives the larvae a characteristic appearance. Larvae are often seen suspended from the surface film, each by the apex of its siphon, sustained by surface tension. One of the oldest methods of control is to disrupt the surface tension of the water with an oily substance, thus cutting off the air supply to the larvae beneath.

Except for a couple of rare species whose larvae are predaceous on aquatic organisms, especially other mosquito larvae, all mosquito larvae feed on

plant material, either living (as algae or floating pollen) or dead. *Anopheles* larvae are specialized for feeding on material floating on the surface; the rest feed mostly at the bottom. Food particles are gathered with a pair of brushes, the labral brushes, on either side of the mouth. Each brush consists of tightly packed rows of hundreds of long hairs—the hairs may be extended simultaneously by internal blood pressure, or collapsed, row by row, by the pull of a complex set of muscles. Extension and collapse are rapidly repeated, several times per second, entrapping nearby particles as well as generating a current in the water which brings more particles into range. Entrapped food is then combed out and directed into the mouth by the remaining mouthparts (mandibles, maxillae, and so forth) which are among the most complex found in any animal. This type of feeding, called filter-feeding, is also practiced by larvae of black flies and by those of several other nonblood-sucking families of flies. Mosquito larvae of the genus *Aedes* are not dependent on particles already in suspension but can create them by rasping dead leaves and other submerged organic material with the comb-tipped hairs of their labral brushes. The sharp-tipped mandibles can also break up larger particles into ones small enough to be eaten.

The pupae, shaped like tiny tadpoles with the tail tucked underneath, normally rest motionless at the water surface, breathing through a pair of funnel-shaped structures, called trumpets, located just behind the head. When disturbed, they can swim rapidly to the bottom and hide among the debris there, an ability almost unique among insect pupae.

Adults emerge from their pupal skins at the water surface. When free of its pupal case, an adult can stand on the surface until its wings harden. Some species then undergo dispersal flights, which may take them kilometres from their emergence site. Males then assemble in certain areas appropriate to the species, usually clearings in the forest, where they take flight and form swarms at daybreak and again at dusk, in hopes of intercepting a female. Unmated females are also attracted to these clearings, and the hum of their approaching wing beats is detected by the long whorls of erect hairs on the antennal segments of the males. An approaching female, once detected, is immediately intercepted by one or more males; the successful suitor captures her in midair, and they mate in flight, completing the process either in the air or as they drift downward to land in the vegetation below. After mating, the male presumably returns to the swarm, whereas the female leaves the area to begin her quest for a suitable host and a meal of blood.

Pest species. Although more than 60 of the 74 recorded species in Canada take blood, only a few are so abundant that they may be considered serious pests. Perhaps the worst pest is *Aedes vexans*, discussed previously. On the prairies, *Aedes spencerii* and *A. dorsalis* are also regularly occurring nuisance species. Near salt marshes in the Maritime Provinces, *Aedes cantator* and *A. sollicitans* are pests throughout the summer. Near large permanent marshes in southern Ontario and southern Quebec, *Mansonia perturbans* is an abundant pest at dusk during summer. *Aedes sticticus* eggs may remain alive for many years along bottomlands of large rivers across southern

Canada, hatching en masse when inundated by flood waters in late spring or summer. *Aedes stimulans* and *A. excrucians* and their relatives are large aggressive reddish brown species with white-banded legs. They persist throughout the summer in wooded areas of southern Ontario and southern Quebec. Farther north, *A. punctor* and *A. communis* are the dominant species throughout the boreal forest. *Aedes punctor* prefers acidic muskeg, whereas *communis* develops in association with alluvial clay along stream valleys. The subarctic, in the vicinity of treeline, owes its formidable reputation as the worst place in the world for mosquitoes largely to *Aedes hexodontus*. Breeding in enormous numbers, estimated at 12.5 million to the hectare at Churchill, Man., *hexodontus* attacks day and night, under conditions of wind and cold that would subdue most other species. On the tundra, *Aedes nigripes* and *A. impiger* extend all the way to the northern tip of Ellesmere Island, but nowhere do they approach the ferocity of *hexodontus* near the treeline.

Black flies (Simuliidae)

No other biting flies inspire such apprehension, particularly among visitors to Canada, as do black flies. In the forested parts of the Canadian Shield in June and July this fear may be justified, for members of the *Simulium venustum* species complex can be so numerous and can attack so persistently that outdoor activity during the day without some protection becomes almost impossible. Black flies often land and take off repeatedly without biting. Their numbers, and their tendency to bite, increase as sunset approaches. Even when they are not biting, however, their buzzing presence and constant crawling is as irritating as the bloodsucking itself. Mercifully, relief comes after dark, for unlike mosquitoes and biting midges, black flies do not attack at night. Also unlike mosquitoes, black flies seldom attack indoors or even in a vehicle; once they sense being trapped their attention seems permanently diverted to escape and they spend the rest of their lives crawling up the screen or window pane.

Although they cannot bite through clothing, black flies have a predilection for crawling into hair or under clothing, biting in inaccessible places, such as the ankles and belt line. Tucking trouser cuffs into socks will normally prevent them from getting at the ankles, and the deet-impregnated jacket (see section on Personal protection) will discourage most of them from crawling under one's shirt or into one's hair. Black flies are strongly influenced by color—they find dark hues more attractive than pale ones, and blue, purple, brown, and black more attractive than white or yellow. A light-colored shirt, therefore, is a much better choice of clothing than a dark blue one. It is a moot point, however, whether blue jeans might not be better than

Fig. 2. Life cycle of a black fly. Clockwise from top: adult female; eggs laid on emergent vegetation at surface of flowing water; larvae attached to stream bottom, with labral brushes, usually called labral fans in this family, extended in feeding position; pupae, each enclosed in its cocoon, attached to submerged vegetation; adult, enclosed in air bubble, escaping to surface of water from submerged pupal skin.

pale trousers: if they are carefully tucked in at the ankles and are without holes, jeans may help to attract the flies away from the head region.

In southern Canada, black flies are on the wing from early May (coincident with the bursting of buds of forest trees, especially sugar maple, before mosquitoes appear in numbers) until mid-June. Farther north, in the boreal forest, they may be present throughout June and July, whereas in the Yukon and mainland Northwest Territories, where rivers are usually ice cold until midsummer, black flies do not appear until late July or early August, after mosquitoes have nearly disappeared.

There are more species of black flies than of mosquitoes in Canada; over 100 have already been recorded, and there are more that have not even been named. Black flies are more selective in their choice of host than are mosquitoes, and comparatively few species take human blood. Most species seem to feed only on the blood of birds and a substantial percentage apparently do not take blood at all, because their mouthparts have degenerated and appear useless for bloodsucking. Bird biters may, however, be attracted to man, probably by the carbon dioxide he breathes out, and when numerous can be annoying, even though they do not bite.

Black fly larvae of various species may be found in every type of flowing water, from minute seepages in which the flow is scarcely detectable, to the largest rivers and waterfails. Each species seems to have its preferences for streams of a certain width, velocity, and character; springs and seepages have their own particular black fly species, whereas large rivers and waterfalls support a different fauna. Most species seem rare; in contrast, some are so abundant that their larvae carpet thousands of square metres of river bottom. Each larva normally remains fixed in one place, clinging by means of a ring of numerous minute hooklets at its posterior end to a small pad of "silk," a salivary secretion that the larva attaches to an object in the current. Using the same structures as the mosquito larva (labral brushes, mandibles, maxillae, and so forth), though modified extensively for coping with moving water, the black fly larva filter feeds by straining small particles, in the form of algae and detritus, from the water that flows past. Larvae cannot easily discriminate between different types of particles and swallow everything within a certain size range that gets caught by their mouthparts, including the fecal pellets of larvae upstream. In this respect they are important recyclers of nutrient material. Their inability to discriminate between particles also renders them vulnerable to being fed insecticides in the form of tiny pellets.

Although black fly larvae can remain for long periods in one place, anchored to their small pad of silk, they are capable of changing positions. After attaching a new pad of silk, the larva grasps it with the hooklets at the end of its anterior proleg (a finger-like projection just behind and below the head), releases its posterior hold and brings the posterior hooklets forward to grasp the new pad. A larva can thus progress, albeit slowly, in a looper-like fashion. If irritated, however, the larva instantly attaches some silk to the substrate, then lets go completely, drifting downstream at the end of a dragline of silk like a spider, except that the silk is produced from its

tongue rather than from spinnerets as in a spider. It can then either work its way back up the dragline or drift downstream indefinitely until a suitable situation is encountered again. This drifting habit explains why some species that are normally inhabitants of small streams are occasionally collected in large rivers.

When a larva is fully grown, it searches out a suitable place to spin its cocoon, in which it pupates. The cocoon, a sac-like or slipper-shaped structure, is made of the same salivary secretion with which the larva uses to anchor itself. The cocoon is always firmly attached to some underwater object, or even partially buried in the bottom silt, with the anterior end of the pupa protruding from the opening. All black fly pupae have a pair of filamentous gill-like organs, arising behind the head, for gas exchange; the number and shape of these organs is of diagnostic value in identifying the species. After a week, or more, just before the adult is ready to emerge, the pupa fills with gas. The adult emerges, expanding its wings as it does so, and, leaving the pupal skin behind in the cocoon, bobs to the surface completely surrounded by this protective film of gas. Like a mosquito, it too can stand on the water surface, and may ride downstream a short distance before taking flight.

Almost all species of black flies in Canada have a single annual generation (univoltine). Some of these, for example, several species of *Prosimulium*, spend the winter in the larval stage, often under the ice, where they slowly mature. They are thus ready to pupate as soon as breakup comes, and they are the first to appear as adults. With a single exception (*Simulium vittatum*, discussed next) these species are univoltine and pass the summer and autumn in the egg stage. Eggs hatch in October, or earlier in northern Canada. Of the remaining species, most are univoltine and pass the summer, fall, and winter in the egg stage. Larval development is usually rapid; most of these species occur in small, often rather warm streams and seepages. A few species are multivoltine, that is, they pass through more than one generation during the summer. *Simulium vittatum* is the multivoltine species that also overwinters as a larva.

Pest species. Only a small fraction of the species now recorded in Canada are pest species. In Eastern Canada, only two species complexes are severe pests. The first of these to appear (with the bursting of the buds of forest trees) is the *Prosimulium fuscum–mixtum* species complex. Adults are pale to dark brown and have uniformly brown legs, without white bands. The species of *Prosimulium* last only 1–2 weeks before being largely supplanted by the *Simulium venustum–verecundum* species complex, a group of blacker species with black and white banded legs. The peak of abundance of the *venustum* species complex is in June or early July, depending on latitude. Thereafter, the problem usually subsides, although a few species continue to create local problems. *Simulium decorum*, a multivoltine species, may become noticeable in autumn (though present all summer, this species either does not attack man or is so outnumbered by the *venustum* complex that it escapes detection). Near large rivers, the species *S. jenningsi*, also multivoltine, may be locally common; fortunately it does not seem to be the

serious pest in Canada that it is farther south in the eastern USA. In New Brunswick, *S. parnassum* is a rather late species, common in midsummer. In Newfoundland, an early spring species, *Prosimulium pleurale*, is locally abundant.

In Western Canada, *S. arcticum* and *S. luggeri* are serious pest of livestock on the prairies. Before the advent of the Gardiner dam on the North Saskatchewan River, *arcticum* used to appear in such large numbers among herds of cattle that many were killed by anaphalactic shock (see section on Allergic reactions and immunity). Although *arcticum* is still a serious pest in the region of the Athabasca River, the Gardiner dam changed the rate of flow of the North Saskatchewan River and eliminated the rapids where *arcticum* used to breed; this species ceased to be a pest and *luggeri* took over the slower, weed-choked river. Although *luggeri* apparently does not kill cattle, it is multivoltine and therefore present all summer long, hardly a better substitute for the univoltine *arcticum*.

Biting midges (Ceratopogonidae)

Biting midges, also called sand flies, no-see-ums, and punkies, are the smallest of the biting flies. The victim is seldom aware of the fly's presence until it has already started to feed. The burning sensation this fly produces has earned it the name "brulot" in French Canada.

The family Ceratopogonidae is by far the largest, and least known, of the families of flies with bloodsucking members. With the exception of a few species of *Leptoconops*, however, those species of biting midges attacking man and livestock in Canada all belong to the genus *Culicoides*. More than 50 species of this genus occur in Canada, most feeding either on mammals or on birds, although a few attack only reptiles or amphibians. The remaining members of the genus have atrophied mouthparts and probably do not feed on blood. Aside from *Culicoides*, there are many other genera of Ceratopogonidae in Canada, encompassing hundreds of species, perhaps the majority not yet even named. They occur everywhere, even on the Arctic Islands. Some members of the genus *Forcipomyia* suck blood, almost like ectoparasites, from larger insects, either directly from the living insect or from carcasses trapped in spider webs (somehow avoiding capture themselves). A few species of *Atrichopogon* suck the contents from pollen grains. Most remaining female ceratopogonids are predaceous and even cannibalistic, capturing their prey on the wing and even consuming their mates during the mating process. As is the case with mosquitoes and black flies, only the females seek blood as well as nectar or other sugar sources; males feed only on sugars.

Ceratopogonid larvae are minute and not easily found or studied, although they occur in a wide variety of moist habitats, usually among decaying vegetation. Larvae either feed on plant material such as algae, fungi, or fungal spores or are carnivorous. The carnivorous larvae have bullet-shaped heads, and burrow, headfirst, into larger insect larvae. The plant

Fig. 3. Adult female of a biting midge belonging to the genus *Culicoides*.

feeders are usually terrestrial, in moist situations such as under the bark of dead trees. Carnivores are either aquatic or soil dwellers. *Leptoconops* larvae, whose feeding habits are unknown, have been found several centimetres below the surface of sand beaches.

Ceratopogonid larvae make no cocoons nor spin silk, but pupate in or near the larval habitat. Pupae of the aquatic species may float to the surface but cannot swim; those formed under bark are often partially enclosed within the last larval skin.

Pest species. Despite the large number of species found in Canada, relatively few are pest species. In the boreal forest, especially in eastern Quebec and the Atlantic Provinces, *Culicoides sanguisuga* and other species can make camping in forested areas intolerable in late June and July. In the Maritimes, adjacent to coastal salt marshes, *C. furens* can be abundant, although not the problem it is farther south in the USA. *Culicoides occidentalis* is believed to be the principal vector of the virus that causes bluetongue in livestock in central British Columbia.

Horse flies and deer flies (Tabanidae)

Tabanids, as these flies are usually collectively called, occur throughout Canada south of the treeline. In general, they are the most numerous in the boreal forest where vast boggy areas provide unlimited breeding grounds and where caribou and moose unwittingly provide blood for the females. Active only during the day, when the weather is warm, most species are prevalent only during summer, from June to August. Most of the species are thus present simultaneously.

There are about 135 species of tabanids in Canada. Most of these (75) are horse flies, belonging to the genera *Hybomitra* and *Tabanus*; 42 are deer flies, belonging to the genus *Chrysops*, whereas the remaining 18, most of which do not bite, belong to various other genera. Deer flies are smaller, and usually have boldly patterned wings; the wings of horse flies are usually transparent.

All tabanids overwinter in the soil as larvae. Most favor wet mud, near or under ponds, marshes or streams, or in sphagnum moss in bogs, although a small number of species live in drier habitats. A few rare species occur as larvae only in gravel under swiftly flowing water. Some species, especially in the last two categories, are choosy as to their habitat, but the larvae of perhaps the majority of species have been collected in a variety of wet muddy habitats near various water bodies. With present knowledge it is not as easy to predict what species might occur in a given habitat as it would be for mosquito or black fly larvae. Tabanid larvae are also fairly mobile, and as they live for many months, they may crawl considerable distances through the moss or mud.

Horse fly larvae are fierce predators, capturing their prey, usually the larvae of other insects, with their sharp sickle-shaped mandibles and paralyzing them with an injection of venom like a rattlesnake. A particularly large species in the southern USA can capture newly hatched toads and drag them under the mud. Each mandible is hollow, traversed lengthwise by a poison duct which opens near its tip; the poison gland is located farther back inside the body. An injection of the venom immobilizes the prey almost instantly and probably also aids in liquefying its tissues which are then sucked out leaving an empty skin. Horse fly larvae are capable of inflicting a painful bite if handled. Deer fly larvae are equipped with a similar set of mandibles with venom glands but no one is sure what their food consists of or how their mandibles are used. They are not cannabalistic, as are horse fly larvae, and often occur together, especially at pupation time. Pupae of all tabanids are formed in soil just below the surface, where they can wriggle out in time for adult emergence.

Fig. 4. Life cycle of a horse fly. Clockwise from top: adult female; egg mass deposited in cattail leaf above stagnant water; two larvae; two pupae, each containing a fully developed adult ready to emerge, protruding from the mud.

Adult males, especially of some of the larger species of *Hybomitra*, are spectacular fliers, hovering in one place for minutes at a time, then dashing off at top speed in pursuit of another insect, which presumably they hope is a potential female, only to return to the same spot and continue hovering. Such males must require relatively enormous amounts of nectar to provide the energy to remain airborne for such long periods. Hovering behavior is confined to "aggregation sites," usually hilltops, sunlit clearings, or forest paths, where a given species occurs regularly every year. Other tabanids do not hover, but nevertheless congregate at the same types of aggregation sites, waiting on foliage, then suddenly disappearing in pursuit of passing insects. More detailed knowledge of such sites, and of other aspects of male behavior, might lead to a method of abatement of males which could result in fewer tabanids the following year.

Adult females are serious pests of livestock. Cattle on pasture spend so much of their time fending off the flies that meat and milk production are curtailed. One cow can lose about one-quarter of a litre of blood per day under heavy attack, with more blood lost from the bite wounds. The flies are wary, and are easily interrupted while feeding, resulting in numerous bites in an effort to obtain a single blood meal. They move freely from one animal to another, and under experimental conditions have been shown capable of mechanical transmission of disease organisms, such as anthrax and tularemia, on their mouthparts. Both these diseases are essentially afflictions of animals, but they can occur in man when in contact with infected animals. Fortunately, disease transmission by tabanids to man does not seem to have occurred in Canada, although the potential danger should not be ignored.

Tabanids lay their eggs in a peculiar manner, usually in a dark-colored oval mass consisting of overlapping layers, on stems or leaves usually overhanging water that will, in a week or so, become the larval habitat. Eggs so laid on leaves or grass blades may escape many of the predators that would eat them if laid directly on land or into the water, but they do not always escape egg parasites.

Snipe flies (*Symphoromya* spp.—Rhagionidae)

Snipe flies resemble small, nondescript slender horse flies, and are pests in the mountains of British Columbia, Alberta, and southern Yukon. The eastern species are uncommon and rarely bite. In comparison to tabanids, snipe flies are unwary and easily swatted, but they may be abundant enough that swatting can become a full-time occupation. Some species spend all their time crawling on the skin but seem unwilling to take a blood meal; a few species apparently do not suck blood, and these may be autogenous.

There are at least 10 species of snipe flies in Canada, but they are not well studied, and more species remain to be described. Different species appear at different times throughout the summer. Snipe flies are most abundant in the wet coastal region of British Columbia, ranging from sea level to the alpine zone. Larvae of only a few species have been found in tundra

meadows on south-facing slopes, among stands of cow parsnip and hellebore. Mouthparts of the larvae resemble those of larvae of tabanids, suggesting that they might be predaceous, but no one has observed their feeding habits. All the species appear to have only one generation per year. Male aggregation sites have been found along paths on hills in Alberta, in sunlit clearings beside rivers in British Columbia, and on hilltops in the East.

Horn flies and stable flies (*Haematobia irritans* and *Stomoxys calcitrans*—Muscidae)

Horn flies and stable flies were introduced from Europe, presumably along with cattle at the time of early settlement. Horn flies do not bite man but are almost exclusively associated with cattle and sometimes with horses. They spend almost their entire adult lives on and among the hair of their hosts, females leaving for only a few minutes to oviposit. They can feed whenever they wish, which they do often to the distress of cattle. Stable flies, also called biting house flies, are much less tied to livestock and will bite man readily. They remain on their hosts only while trying to feed, and travel widely in search of hosts or breeding sites.

In contrast to the preceding families, the mouthparts of both males and females of members of this family are essentially identical, and both sexes bite. Also, their mouthparts are constructed on an entirely different principle, indicating that blood feeding in these flies is an independent evolutionary event from the other biting flies. They have neither mandibles nor maxillae, and instead of snipping or slicing the skin, as do members of the preceding families, the entire proboscis, which is slender and pointed, is forced into the skin like a hypodermic needle, with a resulting painful effect on the victim. Small recurved spines at the tip of the proboscis dig into the skin and then are moved sideways away from each other to rasp a hole and pull the proboscis deeper and deeper.

Horn fly larvae develop only in fresh cow dung. In hot weather horn flies develop rapidly, completing a generation every 3 weeks or so at 30°C, or monthly at 25°C. The young larvae, which cannot survive desiccation, live at the moist surface of the dung; older larvae live within tunnels made in the drier dung by beetle larvae. Pupation takes place in the soil under the dung or nearby. In areas where dung beetles carry off and bury cow dung soon after it falls, horn flies are scarce, presumably because the larvae cannot find enough to eat.

Larvae of the stable fly also develop in cow dung, but they can develop in any decaying vegetation, such as lawn clippings, refuse from packing plants, or waterweed cast up on the shores of the Great Lakes. Stable flies also develop rapidly and can complete several generations each summer. Unlike members of the preceding families, horn flies and stable flies overwinter in the pupal stage. The pupa is enclosed within the last larval skin, which has become hardened and darkened, and is called a puparium. This puparium must offer some protection to the pupa from bacteria and fungi

Fig. 5. Adult female snipe fly.

but not from predators, such as mice or shrews, nor from parasitic wasps which drill a hole in it to insert their eggs.

A smaller relative of the horn fly, the moose fly, *Haematobosca alcis*, is the only blood-feeding member of the Muscidae native to North America. As its name implies, it is associated with moose, and has not been observed biting man or livestock.

Stable flies are suspected of being capable of mechanically transmitting bacteria on their mouthparts, such as those that cause tularaemia and anthrax. Like tabanids, they are wary feeders, and may bite several animals many times before feeding to completion. Evidence is lacking, however, as to whether such transmission has occurred in Canada.

Sheep keds, or sheep ticks (*Melophagus ovinus*—Hippoboscidae)

Sheep keds, which superficially resemble ticks rather than flies, are wingless, brown, stout-bodied insects that pass their entire life cycle in the wool of their only host, sheep. Adults creep about in the wool, feeding whenever hungry. Their mouthparts are constructed like those of horn flies and stable flies—the entire proboscis is forced into the skin by means of sets of recurved teeth at the tip which work away from each other to pull the proboscis into the skin.

Fig. 6. Life cycle of the horn fly, ***Haematobia irritans***. Clockwise from top: adult female; eggs; larvae; puparia (the hardest skin of the mature larva), each containing a pupa.

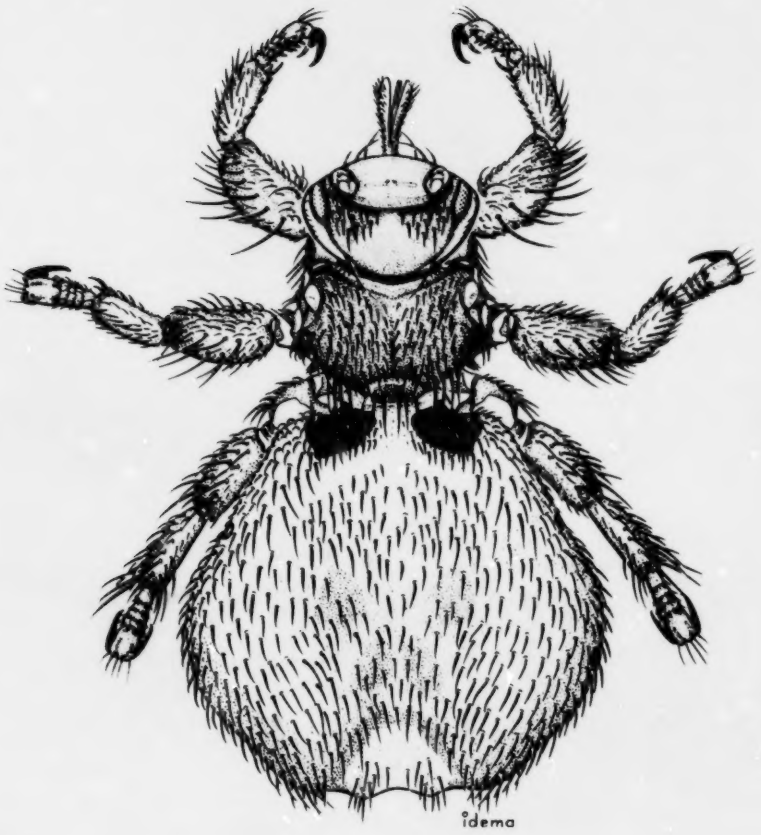


Fig. 7. Adult female sheep ked.

Sheep keds are members of a small family of flies that are all ectoparasites, mostly of birds. Usually called louse flies, they are strongly flattened from top to bottom, presumably the easier to creep about through fur or feathers. Most species of Hippoboscidae are winged, and thus are more readily recognizable as flies. None attacks domestic fowl, although wild game birds are sometimes afflicted. One species of hippoboscid, *Lipoptena cervi*, found on deer in British Columbia, starts its adult life with a useable pair of wings, then sheds them as soon as it has found a host, possibly because the wings interfere with movement through the hair. However, wings seem to be of no impediment to those species that live on birds, for most of these species are winged and keep their wings throughout life.

All louse flies, including sheep keds, share with the tsetse flies (Glossinidae) of Africa and the bat flies (Nycteribiidae and Streblidae), the remarkable ability to retain their larvae in utero. One larva develops at a time, from egg to maturity, in a special enlargement of the oviduct, where it is nourished entirely with secretions of specialized accessory glands, called "milk glands." When mature, the larva is ejected by the female, and it promptly darkens and hardens to form a puparium, inside which the pupa forms a few days later. Female sheep keds deposit their mature larvae in the wool of the host; other hippoboscids leave the host temporarily to deposit their larvae in suitable places on the ground. A female can presumably nourish several larvae in succession during the course of her lifetime.

The sheep ked, living in a perpetually heated environment, has no need for an overwintering phase. Other louse flies overwinter as puparia presumably on or under the surface of the soil.

The "dip" with which sheep are annually treated is usually sufficient to control the sheep ked population.

ACKNOWLEDGMENTS

Special thanks are accorded to Mr. Barry Flahey, Biosystematics Research Institute, Agriculture Canada, and to the Defence Research Board, Department of National Defence of Canada, for permission to use their colored plates, which appear in this publication as Figs. 1–5. Mr. Flahey also prepared Figs. 6 and 7 especially for this publication. Drs. A. Borkent, C. D. Dondale, and J. D. Lafontaine kindly read the manuscript and offered many helpful suggestions.

FURTHER READING

General information on flies and their habits

Hudson, A., ed. 1972. Biting fly control and environmental quality. Defence Research Board, Ottawa. 162 pp.

Laird, M., ed. 1982. Biting flies in Canada: Health effects and economic consequences. National Research Council of Canada Publication No. 19248 of the Environmental Secretariat, Ottawa. 157 pp.

McAlpine, J. F.; Peterson, B. V.; Shewell, G. E.; Teskey, H. J.; Vockeroth, J. R.; Woods, D. M., eds. 1981. Manual of Nearctic Diptera. Vol. 1. Monograph 27, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa. 674 pp.

Oldroyd, H. 1964. The natural history of flies. Weidenfeld and Nicolson, London. 324 pp.

Smith, K. G. V., ed. 1973. Insects and other arthropods of medical importance. Publication 720. British Museum (Natural History), London. 561 pp.

Stone, A.; Sabrosky, C. W.; Wirth, W. W.; Foote, R. H.; Coulson, J. R., eds. 1965 (reprinted 1982). A catalog of the Diptera of America north of Mexico. Agriculture Handbook 276. United States Department of Agriculture, Washington. 1696 pp.

Mosquitoes

Carpenter, S. J.; LaCasse, W. J. 1955. Mosquitoes of North America (north of Mexico). University of California Press, Berkeley and Los Angeles. 360 pp., 127 plates.

Darsie, R. F., Jr.; Ward, R. A. 1981. Identification and geographical distribution of the mosquitoes of North America, north of Mexico. Mosquito Systematics Supplement 1. American Mosquito Control Association, Fresno, California. 313 pp.

Knight, K. L.; Stone, A. 1977. A catalog of the mosquitoes of the world. Second edition. Volume VI, The Thomas Say Foundation. Entomological Society of America, College Park, Maryland. 611 pp.

Mahdy, M. S.; Spence, L.; Joshua, J. M., eds. 1979. Arboviral encephalitides in Ontario with special reference to St. Louis encephalitis. Ontario Ministry of Health, Toronto. 364 pp.

Sekla, L., ed. 1982. Western equine encephalitis in Manitoba. Manitoba Department of Health, Winnipeg. 296 pp.

Wood, D. M. 1984. Clés des genres et des espèces de moustiques du Canada. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa. 92 pp.

Wood, D. M.; Dang, P. T.; Ellis, R. A. 1979. The mosquitoes of Canada. Part 6. The insects and arachnids of Canada. Publication 1686. Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa. 390 pp.

Black flies

Davis, D. M.; Peterson, B. V.; Wood, D. M. 1962. The black flies (Diptera: Simuliidae) of Ontario. Part 1. Adult identification and distribution with descriptions of six new species. Proceedings of the Entomological Society of Ontario 92 (1961):70–154.

Fredeen, F. J. H. 1981. Keys to the black flies (Simuliidae) of the Saskatchewan River in Saskatchewan. Quaestiones entomologicae 17:189–210.

Jamnback, H. 1973. Recent developments in control of blackflies. Annual Review of Entomology 18:281–304.

Laird, M. 1981. Blackflies: The future for biological methods in integrated control. Academic Press, London. 399 pp.

Sommerman, K. M. 1953. Identification of Alaskan black fly larvae. Proceedings of the Entomological Society of Washington 55:258–273.

Stone, A. 1952. The Simuliidae of Alaska (Diptera). Proceedings of the Entomological Society of Washington 54:69–96.

Stone, A. 1964. Guide to the insects of Connecticut. Part VI. The Diptera or true flies of Connecticut Ninth fascicle Simuliidae and Thaumaleidae. Bulletin No. 97. State Geological and Natural History Survey of Connecticut. 12c pp.

Stone, A.; Jamnback, H. A. 1955. The black flies of New York State (Diptera: Simuliidae). Bulletin No. 349. New York State Museum, Albany. 144 pp.

Wood, D. M.; Peterson, B. V.; Davies, D. M.; Gyorkos, H. 1963. The black flies (Diptera: Simuliidae) of Ontario. Part II. Larval identific ation, with descriptions and illustrations. Proceedings of the Entomological Society of Ontario 93 (1962):99–129.

Horse flies and deer flies

Hanec, W.; Bracken, G. K. 1964. Seasonal and geographical distribution of Tabanidae (Diptera) in Manitoba, based on females captured in traps. Canadian Entomologist 96:1362–1369.

Lewis, D. J.; Bennett, G. F. 1977. Biting flies of the eastern Maritime Provinces of Canada. I. Tabanidae. Canadian Journal of Zoology 55:1493–1503.

Middlekauff, W. W.; Lane, R. S. 1980. Adult and immature Tabanidae (Diptera) of California. Bulletin of the California Insect Survey. Volume 22. University of California Press, Berkeley. 99 pp.

Nowierski, R. M.; Gittins, A. R. 1976. The horse flies and deer flies of Idaho. Research Bulletin No. 96. Idaho Agricultural Experiment Station, Moscow. 48 pp.

Pechuman, L. L.; Teskey, H. J.; Davies, D. M. 1961. The Tabanidae (Diptera) of Ontario. Proceedings of the Entomological Society of Ontario 91 (1960):77–121.

Pechuman, L. L. 1964. A list of the Tabanidae (Diptera) of Quebec. The Canadian Entomologist 96:1495–1496.

Pechuman, L. L. 1981. The horse flies and deer flies of New York (Diptera, Tabanidae) Second edition. Search: Agriculture. Ithaca, New York: Cornell University Agricultural Experiment Station Bulletin No. 18. 68 pp.

Pechuman, L. L.; Webb, D. W.; Teskey, H. J. 1983. The Diptera, or true flies, of Illinois I. Tabanidae. Vol. 33, article 1. Bulletin of the Illinois Natural History Survey, Urbana. 121 pp.

Philip, C. B. 1962. Records of Tabanidae from Labrador and Newfoundland. Opuscula entomologica 27:230–236.

Philip, C. B. 1955. New North American Tabanidae. IX. Notes on and keys to the genus *Chrysops* Meigen. Revista Brasiliana Entomologia 3:47–128.

Stone, A. 1938. The horseflies of the subfamily Tabanidae of the Nearctic region. Miscellaneous Publication No. 305. United States Department of Agriculture, Washington. 171 pp.

Teskey, H. J. 1969. Larvae and pupae of some eastern North American Tabanidae (Diptera). Memoirs of the Entomological Society of Canada—No. 63. 147 pp.

Teskey, H. J. (In preparation.) The Tabanidae of Canada and Alaska. The insects and arachnids of Canada. Research Branch, Agriculture Canada.

Thomas, A. W. 1973. The deer flies (Diptera: Tabanidae: *Chrysops*) of Alberta. Quaestiones entomologicae 9:161–171.

Thomas, A. W. 1978. Records of horse flies and deer flies (Diptera: Tabanidae) in New Brunswick. Canadian Journal of Zoology 56:1546–1549.

Biting midges

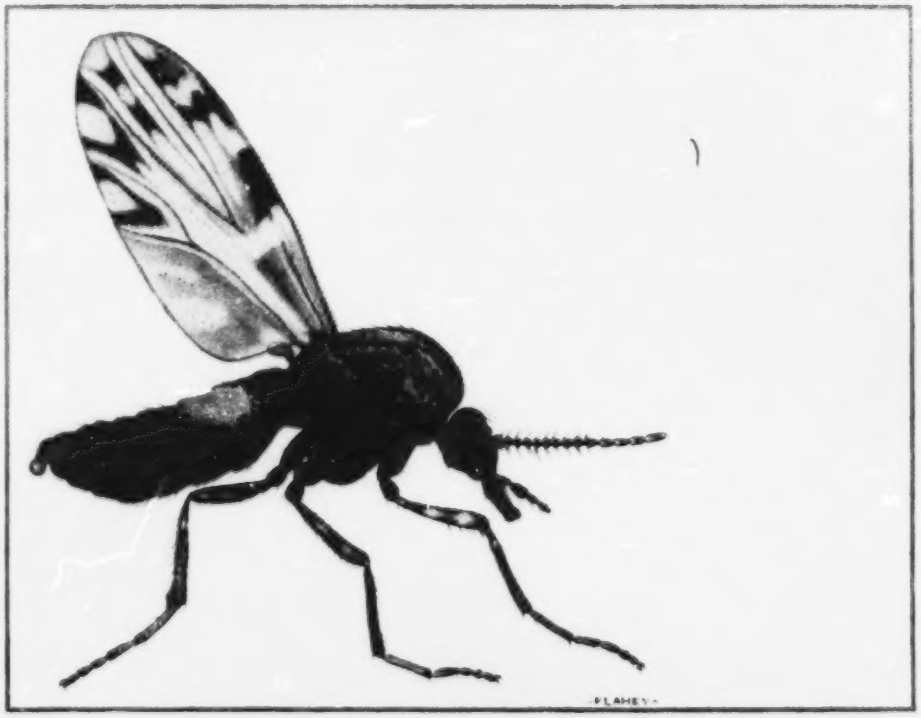
Jamnback, H. 1965. The *Culicoides* of New York State (Diptera: Ceratopogonidae). Bulletin No. 399. New York State Museum and Science Service, Albany. 154 pp.

Further information may be obtained from the Canada Biting Fly Centre, Department of Entomology, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba.

Diptères piqueurs du Canada qui s'attaquent à l'homme et au bétail

Agriculture Canada

Publication 1781/F



Canada

Diptères piqueurs du Canada qui s'attaquent à l'homme et au bétail

D.M. Wood
Institut de recherches biosystématiques
Ottawa, Ontario

Les recommandations de la présente publication sur l'usage des pesticides ne sont données qu'à titre d'indication. Toute application d'un pesticide doit être conforme au mode d'emploi inscrit sur l'étiquette du produit, comme le prescrit la *Loi sur les produits antiparasitaires.* **Il faut toujours lire l'étiquette.** Un pesticide homologué doit aussi être recommandé par les autorités provinciales. Les modes d'emploi recommandés pouvant varier d'une province à l'autre, consulter le représentant agricole de la province pour obtenir des conseils particuliers.

PUBLICATION 1781/F, on peut obtenir des exemplaires à la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985
N° de cat. A43-1781/1985F ISBN: 0-662-92947-0
Impression 1985 5M-6:85

Also available in English under the title
Biting flies attacking man and livestock in Canada.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction /5
Mécanisme hématophage /5
Cycle de vie /7
Transmission des maladies /11
Réactions allergiques et immunité /13
Protection personnelle /14
Stratégies de lutte /16
Familles de diptères piqueurs /18
Moustiques (Culicidae) /18
Mouches noires ou simulies (Simuliidae) /22
Brûlots (Ceratopogonidae) /26
Taons et chrysops (Tabanidae) /28
Symphoromies (*Symphoromya* spp.—Rhagionidae) /31
Mouches des cornes et stomoxes (*Haematobia irritans* et *Stomoxys calcitrans*—Muscidae) /32
Mélophages ou barbins du mouton (*Melophagus ovinus*—Hippoboscidae) /34
Remerciements /36
Bibliographie /36

INTRODUCTION

Le Canada a eu plus que sa part d'insectes hématophages. Le nombre des espèces peut sembler faible par rapport à celui des pays tropicaux, mais certaines des espèces prédatrices sont innombrables à certaines époques de l'année et dans certaines régions. Le Canada est si grand qu'il n'existe aucune espèce commune à toutes les régions du pays; les espèces prédatrices diffèrent d'une région à l'autre, du printemps à l'automne, et même d'une année à l'autre. Dans presque tout le pays, les mauvaises conditions de drainage dues à la roche-mère ou au permagel se trouvant juste sous la surface, combinées aux pluies et à la neige abondantes contribuent très largement à leur profusion. Dans certains cas, en entravant ou en modifiant les réseaux de drainage, l'homme crée inconsciemment des conditions qui augmentent leur nombre.

Les chances pour l'homme de lutter avec succès contre une espèce prédatrice sont d'habitude directement proportionnelles à ses connaissances du cycle de vie, surtout l'habitat de la larve, car la majorité des diptères hématophages vit sous forme larvaire durant la majeure partie de l'année. De plus, les larves de la plupart des espèces sont aquatiques ou semi-aquatiques, et se concentrent donc en général dans des zones relativement limitées. Un observateur expérimenté peut quelquefois prévoir de façon assez précise que les espèces se trouvent dans un habitat donné, ce qui laisse penser que la femelle choisit toujours un certain type d'habitat pour sa progéniture; cependant, les paramètres exacts ne sont connus que des insectes eux-mêmes. Par exemple, les moustiques femelles sont sensibles aux odeurs laissées par les larves et les pupes de la génération précédente et en conséquence elles pondent leurs œufs dans ce même habitat: rien ne réussit comme la réussite!

Les espèces d'insectes hématophages (appartenant à l'ordre des Diptères) qui attaquent l'homme ou les animaux domestiques au Canada font partie d'une des sept familles suivantes: moustiques, mouches noires, brûlots (appelés aussi Ceratopogonidés ou Phlébotomes), les tabanus et les chrysops (appelés collectivement Tabanides ou taons), les leptis, les mouches de cornes et les mouches piquantes des étables, ainsi que les barbins de mouton ou « mélophages ». Chaque famille est traitée en détail dans la section des familles de diptères piqueurs. Les mouches de cornes et les barbins de mouton ne piquent pas l'homme, mais se limitent respectivement au bœuf et au mouton. Les insectes hématophages autres que les diptères, comme les puces, les poux ou les punaises, et les espèces autres que les insectes comme les tiques et les puces pénétrantes (Acarina) ne sont pas étudiés ici, ni les diptères hématophages (espèces rares dans chacune des familles Corethrellidae, Psychodidae et Ceratopogonidae) qui ne piquent que les reptiles et les amphibiens.

MÉCANISME HÉMATOPHAGE

Les femelles d'un grand nombre d'espèces différentes de diptères dépendent du sang comme source de protéines pour leurs œufs. Le sang des insectes était probablement une source importante, peut-être la source principale, d'alimentation des premiers ancêtres des diptères, et un grand nombre d'espèces attaquent encore leur proie sur l'aile et ne se nourrissent que de

son sang. Cependant, l'apparition des gros vertébrés terrestres offrant une source presque inépuisable de sang a dû être un autre moyen tentant de se nourrir pour les insectes, car il existe des familles entières de diptères qui se nourrissent presque exclusivement du sang des vertébrés. On peut facilement s'imaginer les hordes de brûlots auxquels les dinosaures ont dû faire face!

Chez les moustiques, les mouches noires, les brûlots, les tabanides, et les leptis, seules les femelles sont hématophages. Sans exception, les mâles sont inoffensifs et ne subsistent que sur les sucres comme le nectar ou la miellée sécrétée par les aphidés. Par contre, les mouches de cornes, les mouches piquantes des étables et les barbins des moutons des deux sexes sucent le sang. De plus, les pièces buccales de ce dernier groupe sont agencées de façon complètement différente ce qui laisse supposer que les habitudes hématophages de ce groupe ont été réacquises indépendamment au cours de l'évolution après avoir été perdues.

Le passage de la prédation sur d'autres insectes à l'hématophagie sur les vertébrés peut avoir été relativement facile, une fois acquise l'habilité à dépister le dioxyde de carbone. Tous les diptères piqueurs sont extrêmement sensibles à ce composé et peuvent remonter une piste sur de grandes distances. D'autres odeurs émanant d'un hôte potentiel peuvent aussi jouer un rôle dans la détection à longue distance. Le diptère devient aussi sensible à la chaleur et à l'humidité lorsqu'il approche de son hôte, et lorsqu'il est très près, peut-être à quelques mètres de distance, la vision apparemment entre en jeu. Ces réactions sont le mieux connues chez les moustiques, mais selon des observations, il semble que tous les diptères piqueurs réagissent aux mêmes signaux.

Les femelles des moustiques, des mouches noires, des brûlots, des tabanides et des leptis (ainsi que les femelles des insectes piqueurs susmentionnés) présentent toutes les mêmes pièces buccales (labre, mandibules, maxilles et labium), qu'elles ont en commun avec d'autres insectes et qui ont toutes été modifiées de la même façon. Cependant, les modifications de chacun de ces appendices sont considérables. Les mandibules et les maxilles ont toutes les deux la forme de lames ou de stylets avec des bords dentelés, et la musculature correspondante a été modifiée complètement pour permettre de les enfoncer dans la peau. Ces traits communs de structure ont amené les chercheurs à conclure que l'ancêtre commun à tous ces diptères avait aussi des pièces buccales semblables et était aussi un hématophage.

Lorsqu'il veut se nourrir, le diptère enfonce dans la peau, comme des ancres, ses maxilles lamellaires à dents recourbées, alors que les mandibules, servant de ciseaux, coupent la peau jusqu'à ce que le sang coule. Lorsque le sang remonte dans la blessure, du fluide salivaire est injecté pour prévenir la coagulation. Cette salive protéinique est allergène et provoque une enflure et une démangeaison très désagréables. Le sang est alors aspiré par le canal qui sous-tend la labre. Aucun morceau de peau n'est arraché, et l'affirmation selon laquelle les mouches noires et les tabanides arrachent des morceaux de peau n'est pas fondée. Cependant, on note un cas unique chez les diptères susmentionnés, celui des moustiques qui ont développé une forme encore plus sophistiquée d'alimentation. Au lieu de la couper, les longues mandibules en forme de stylet sont enfoncées profondément dans la peau jusqu'à

ce qu'elles rencontrent un capillaire. Elles y pénètrent et le sang est pompé par le canal se trouvant le long du labre.

Contrairement au nectar ou aux autres solutions sucrées qui sont emmagasinées dans le jabot, le sang passe directement dans l'estomac ou réservoir alimentaire. Les parois abdominales d'un diptère piqueur sont exceptionnellement extensibles; un moustique peut habituellement doubler son propre poids avec un seul repas sanguin et certains peuvent le tripler. Avec un repas sanguin complet, l'insecte peut à peine voler et cherche rapidement un lieu pour se reposer plusieurs jours et digérer le sang. Environ une semaine plus tard, selon la température, les œufs se sont développés et la femelle cherche une aire de ponte propice. Après la ponte, elle reprend le cycle.

Le repas sanguin fait tellement partie intégrante de la physiologie des mouches femelles piqueuses que la plupart d'entre elles ne peuvent amener à maturité leurs œufs sans absorber du sang. De telles espèces aussi dépendantes sont dites anautogènes. Dans chaque famille de diptères piqueurs, il y a cependant des espèces qui ont perdu l'habitude de se nourrir de sang et ont développé une capacité de pondre sans en absorber; ces espèces sont dites autogènes. Si le développement de tous les œufs et l'alimentation se font sans l'absorption de sang, elles sont appelées autogènes obligatoires. D'autre part, si quelques œufs sont pondus sans absorption de sang, mais qu'un grand nombre d'autres peuvent être pondus avec absorption de sang, ces espèces sont appelées autogènes facultatives. Chez certaines espèces, le premier cycle de vie de la saison est autogène, tandis que le sang est nécessaire pour les cycles suivants.

CYCLE DE VIE

Tous les diptères piqueurs passent par quatre grandes phases durant leur cycle de vie: œuf, larve, pupe et adulte (fig. 1, 2, 4 et 6). Le moment où survient chacune des phases est essentiellement le même d'une année à l'autre pour toute espèce donnée. Cependant, les espèces diffèrent d'habitude entre elles, souvent de façon importante, quant à la date de chaque phase.

La plupart des espèces accomplissent seulement un cycle, ou une génération, annuellement, et sont dites univoltines. D'autres qui peuvent accomplir plus d'un cycle par année sont multivoltines. Les espèces univoltines, lorsqu'elles atteignent un certain point de leur cycle de vie, doivent entrer dans une phase de repos ou diapause, qui se prolonge tout l'hiver, tout l'été ou les deux saisons. Lorsque les conditions météorologiques sont favorables pour le développement, les espèces multivoltines peuvent se passer de diapause; celle-ci devient facultative, et elle n'est pas programmée de façon stricte dans le cycle de vie. Les signaux environnementaux comme le raccourcissement des jours ou le refroidissement, entraînent la diapause et l'évolution est alors temporairement interrompue soit pour un nombre prédéterminé de semaines ou de mois ou jusqu'à ce que d'autres signaux environnementaux indiquent que le moment est venu de reprendre le développement en toute sécurité. Une connaissance approfondie du calendrier du cycle de vie de chaque espèce prédatrice est un prérequis pour réussir à lutter contre les insectes.

La diapause peut survenir pendant l'une quelconque des quatre phases, selon les espèces. Par exemple, la plupart des espèces de moustiques qui appartiennent aux genres *Anopheles* et *Culiseta* hivernent à l'état adulte. Cependant, le *Culiseta melanura* hiverne à l'état embryonnaire alors que l'*Anopheles walkeri* et le *Culiseta morsitans* hivernent à l'état embryonnaire. La plupart des espèces de moustiques *Aedes* hivernent à l'état embryonnaire, passent l'été, l'automne et l'hiver en diapause, puis éclosent au printemps après le début de la fonte des neiges. La plupart des espèces de mouches noires hivernent aussi à l'état embryonnaire, mais quelques espèces éclosent à l'automne et les larves évoluent lentement tout l'hiver sous la glace. Ces espèces sont adultes au début du printemps et passent l'été comme des œufs en diapause. Tous les tabanides hivernent à l'état de larve, mais ils sont inactifs et sont probablement en diapause. Quelques espèces de tabanides ont besoin de plus d'une année pour atteindre leur maturité. Les mouches de cornes et les mouches piquantes des étables hivernent à l'état de pupe. Les barbins de mouton qui sont continuellement dans un environnement chaud n'ont pas de diapause.

Œuf. Les œufs doivent être déposés dans ou au-dessus d'un environnement convenable pour que la larve se développe, car les larves qui viennent juste d'éclore ont de graves difficultés à se disperser. Ainsi, l'habitat de la larve est déterminé par la femelle. Étant donné que quelques espèces pondent (par exemple dans le cas d'un grand nombre d'espèces de moustiques et de mouches noires qui se développent dans des flaques et des cours d'eau temporaires) après le tarissement des eaux en été, la femelle doit compter sur d'autres signaux. Il a été établi que certains des moustiques femelles réagissaient aux odeurs laissées par les larves et les pupes qui ont déjà occupé un endroit; si on parvenait à imprégner avec de telles odeurs des endroits impropres au développement de la larve, ou à combiner les odeurs aux insecticides, il serait possible de faire pondre les femelles à des endroits inappropriés.

Larve. Toute la croissance se fait au stade de la larve. Une larve d'insecte doit se défaire de sa membrane extérieure ou cuticule, à quelques reprises pendant sa croissance, car l'élasticité de la cuticule est limitée. Après la mue qui consiste à éliminer la cuticule, la larve se gorge immédiatement d'air ou d'eau pour grossir tandis que la nouvelle cuticule s'étire. Chaque période de croissance est un stade; la période durant laquelle la larve elle-même est dans un stade donné est un instar (premier instar, deuxième instar, troisième instar, etc.) La larve des diptères piqueurs en compte de trois à sept, selon la famille. Les moustiques, les brûlots et les tabanides en ont quatre, les mouches noires en ont jusqu'à sept, tandis que les mouches à cornes, les mouches piqueuses des étables et les barbins de mouton n'en ont que trois. Chaque instar est plus gros que le précédent et diffère d'habitude non seulement en taille mais aussi en structure. Le premier est de façon générale très différent des suivants. La plupart des guides d'identification emploient le dernier instar; comme les autres instars sont mal connus, on parvient rarement à identifier jusqu'à l'espèce des instars intermédiaires de la plupart des diptères piqueurs, à moins de le comparer au dernier.

Les larves de la plupart des diptères piqueurs sont aquatiques ou semi-aquatiques. Les larves de moustiques ne vivent que dans les eaux stagnantes, tandis que les larves de mouches noires ne se trouvent que dans les eaux courantes (les préférences en ce qui concerne la vitesse du courant varient selon les espèces, car pour certaines, le débit doit être rapide et pour d'autres, à peine décelable). Les larves des brûlots, des tabanides et des leptis vivent habituellement dans les sols humides ou dans la mousse, tandis que les larves des mouches de cornes ne se développent que dans la bouse de vache fraîche. Les larves de mouches piqueuses des étables peuvent se développer dans n'importe quelle végétation en décomposition, y compris dans la bouse de vache. Tous les instars des barbins de mouton ont lieu dans l'abdomen de la femelle, dans un utérus complexe adapté pour nourrir une larve à la fois.

Pupe. La transition de la larve à l'adulte s'accomplit dans la pupe. Bien que la pupe se développe dans l'enveloppe du dernier instar, elle ressemble à un adulte plutôt qu'à une larve, car la forme des yeux, des pattes et des ailes peut facilement se voir à la surface. Normalement la pupe se défait de la cuticule du dernier instar larvaire; certaines pupes de brûlots restent partiellement enfermées dans leur cuticule larvaire. La pupe des mouches de corne, des mouches piqueuses d'étable et des barbins de mouton reste complètement enfermée par cette cuticule, qui devient une capsule protectrice dure en forme de barillet (puparium). Sauf dans le cas des mouches de corne et des mouches piqueuses d'étable qui hivernent, la phase pupaire ne dure qu'une semaine ou deux. Les pupes de moustiques peuvent échapper aux prédateurs en plongeant au fond des étangs. Les pupes de mouches noires restent sous l'eau, partiellement enfermées dans un cocon soyeux qui offre peu de protection contre les prédateurs. Les pupes des brûlots et des tabanides sont sans défense et vulnérables face aux prédateurs; le mieux qu'elles puissent faire est de se tortiller jusqu'à la surface de la mousse ou du sol de façon à ce que l'adulte puisse s'échapper facilement. Les adultes des mouches de corne et des mouches piqueuses d'étable doivent sortir du puparium et du sol environnant au moyen d'un sac gonflable situé sur la suture frontale, le ptiline, qui exerce une pression sur les obstacles, et qui chez certains diptères est couvert de dents pour dégager le sol qui se trouve devant eux.

Adulte. L'émergence (c'est-à-dire, la sortie de la case pupale) a habituellement lieu tôt le matin, sans doute pour échapper aux nombreux prédateurs qui s'activent plus tard dans la journée. Les adultes qui viennent juste d'émerger sont en général plutôt mous et il faut environ un jour pour que leur cuticule se durcisse suffisamment. Cependant, les mouches noires doivent emerger sous l'eau courante, car la pupe ne peut quitter son cocon; leurs ailes s'étendent lorsqu'elles émergent. Bien qu'elles puissent s'envoler aussitôt qu'elles atteignent la surface, les mouches noires adultes ont encore besoin de plusieurs heures pour être tout à fait dures.

Avant toute activité, les deux sexes ont besoin d'un repas de sucre, soit du nectar de fleurs, soit de la sève des blessures d'arbres au printemps, soit encore de la miellée (une solution sucrée produite par les aphidés et les coccides

en général facilement accessibles sur les feuilles d'un grand nombre d'espèces végétales différentes). L'eau est aussi nécessaire régulièrement; le sucre et l'eau sont vraisemblablement absorbés au moins une fois par jour par les diptères.

On suppose que l'accouplement vient ensuite dans l'ordre de priorité. Les mâles de presque toutes les espèces de moustiques, de mouches noires, de brûlots, de tabanides et de leptis s'assemblent à des sites particuliers quelques jours après l'émergence et ils passent apparemment toute leur vie, lorsqu'ils ne se reposent pas ou ne s'activent pas au site, à voyager entre ces sites et les sources de sucre et d'eau. Une grande variété de diptères mâles ainsi que les mâles d'un grand nombre d'autres insectes se réunissent à certains endroits et il est possible de retrouver une espèce particulière au même endroit, année après année. On croit que les femelles ne viennent au site que brièvement, sans doute juste après leur éclosion. Étant donné que l'accouplement a été observé presque exclusivement à de tels sites, on est maintenant presque sûrs que ce sont des lieux d'accouplement. Les sommets des collines, le fond des vallées, les clairières des forêts, les rivages des nappes d'eau, les arbres ou les blocs rocheux proéminents, et un grand nombre d'autres irrégularités de l'environnement ont été reconnues comme des sites de rassemblement pour différentes espèces de diptères. Les moustiques, les mouches noires et les brûlots mâles tendent à s'assembler le soir, souvent en essaims. D'habitude, ils planent ou vont et viennent au-dessus ou à côté de l'objet proéminent, le « repère de l'essaim ». Lorsque l'essaim est important, le battement des ailes peut être entendu à une certaine distance. Les femelles ne font pas partie de l'essaim, mais lorsqu'elles approchent ou y pénètrent, elles sont immédiatement poursuivies par un ou plusieurs mâles. Le couple quitte immédiatement l'essaim, et l'accouplement s'effectue à proximité, dans la végétation. Les mâles doivent sans doute réintégrer l'essaim après l'accouplement; il se peut que les femelles n'aient pas besoin de se réaccoupler et n'aient pas à retourner vers l'essaim, bien que cet aspect de leur comportement ne soit pas bien connu. Par un matin chaud de printemps ou d'été, on peut voir planer ou se reposer les tabanides mâles, souvent de plusieurs espèces, sur le sommet d'une colline exposée, chassant périodiquement tous les insectes qui passent, sans doute dans l'attente d'une femelle. On peut voir là les mâles jour après jour, et des expériences sont en cours pour déterminer si un individu particulier passe toute sa vie à un endroit ou s'il se rend à d'autres sites. On voit rarement les femelles, ou alors brièvement seulement, qui sont poursuivies d'habitude par un mâle. Après leur accouplement, les femelles des moustiques, des mouches noires, des brûlots, des tabanides et des leptis partent en quête d'un repas de sang.

Contrairement aux familles susmentionnées, dont les mâles ne peuvent sucer le sang, les deux sexes des mouches de corne, des mouches piqueuses d'étable et des barbins de mouton se nourrissent de sang. Les barbins de mouton passent toute leur vie dans la laine des moutons et ne peuvent survivre ailleurs. Les mouches de corne passent presque toute leur vie d'adulte sur le dos du bétail, ne quittant leur hôte que pour quelques minutes à la fois, le temps de pondre leurs œufs sur de la bouse de vache fraîche. Les mouches piqueuses d'étable dépendent moins exclusivement du bétail et attaquent l'homme sur les plages, souvent dans des endroits éloignés, loin des étables.

TRANSMISSION DES MALADIES

Contrairement à la plupart des pays tropicaux et subtropicaux, relativement peu de maladies, transmises par les diptères piqueurs, affectent l'homme et le bétail au Canada. Les insectes qui transmettent les maladies sont appelés des vecteurs; les organismes qui causent les maladies sont des pathogènes, tandis que les victimes sont des hôtes. Pour que se développe une épidémie (ou une épizootie dans le cas des animaux) d'une maladie transmise par un insecte, il faut des populations assez nombreuses et assez denses de l'hôte ou de l'hôte de remplacement, du vecteur ou des vecteurs et du pathogène.

La transmission d'un pathogène peut être de deux types: mécanique (lorsque l'insecte est simplement un vecteur passif, transportant sur son corps ou dans ses pièces buccales des pathogènes provenant d'un hôte infecté) et biologique (lorsque l'insecte joue lui-même un rôle essentiel dans le cycle de vie du pathogène). La transmission mécanique est beaucoup moins importante au Canada que la transmission biologique. Les chrysops, les tabanides et les mouches piqueuses des étables, qui se nourrissent de préférence de petites quantités de sang provenant de plusieurs animaux successifs, semblent transmettre la bactérie qui cause la tularémie et le charbon ou « anthrax » en transportant ces bactéries dans leurs pièces buccales d'un hôte infecté à un hôte non infecté. Les diptères eux-mêmes ne sont pas des étapes nécessaires dans le cycle de vie de la bactérie.

Les plus importants pathogènes transmis par les diptères piqueurs au Canada sont les arbovirus (*arbo* provenant des mots anglais *ar*thropod *bo*rne — porté par les arthropodes). Les arbovirus canadiens sont principalement des pathogènes de mammifères et d'oiseaux sauvages, et leur présence chez l'homme et le bétail est sporadique, c'est-à-dire seulement lorsque les populations du moustique-vecteur atteignent des niveaux anormalement élevés. Quatre de ces arbovirus transmis biologiquement par les moustiques entraînent l'encéphalite chez l'homme. L'encéphalite équine de l'ouest (WEE) et l'encéphalite équine de l'est (EEE) attaquent les chevaux ainsi que l'homme, tandis que l'encéphalite de Saint-Louis (SLE) et la souche de virus du lièvre américain (SSH) du groupe de Californie (CE) attaquent l'homme, mais pas le bétail. Une autre souche de CE, le virus Powassen (PE) est transmis par les tiques. La plupart des personnes qui attrapent une des infections virales susmentionnées ne souffrent pas d'effets graves et peuvent même ignorer qu'elles ont l'infection. Des tests sanguins qui ont suivi des épidémies ont montré que pour chaque malade hospitalisé, des centaines de personnes avaient la maladie, mais ne l'avaient pas signalée.

Il y a probablement plusieurs vagues d'infection causées par le WEE et le SSH chaque été dans un grand nombre de régions du Canada, mais qui passent inaperçues parce que les virus n'affectent que des populations sauvages. Il se peut que les virus SLE et EEE ne se manifestent pas chaque année au Canada, mais ils sont sans aucun doute présents aux États-Unis et se sont étendus dans le Nord à plusieurs occasions. Plus que tout autre facteur, les populations de moustiques-vecteurs font que ces virus augmentent ou diminuent avec l'été; au cours d'un été humide, ces vecteurs peuvent devenir extrêmement abondants et les risques que la maladie se déclare chez les humains

et le bétail deviennent beaucoup plus élevés. Au cours d'un été sec, les vecteurs, et partant, la maladie, se raréfient.

Le virus WEE est surtout une maladie des provinces des Prairies qui est transmise le plus souvent et le plus facilement par un moustique des Prairies, le *Culex tarsalis*, bien que d'autres moustiques comme le *Culiseta inornata* la transmettent aussi. Les moustiques préfèrent se nourrir sur des oiseaux s'il y en a, sinon ils attaquent le bétail et l'homme. Les chevaux semblent surtout vulnérables au WEE et la mortalité chez ces animaux est en général l'annonce d'une éventuelle épidémie chez les humains. Les progrès du WEE sont surveillés chaque été à divers endroits dans les Prairies par des tests fréquents de poulets élevés à cet effet (appelés volée-témoin). Un certain nombre de *tarsalis* sont aussi surveillés au moyen de pièges spéciaux. Lorsque ces poulets sont infectés et que le *tarsalis* atteint un niveau critique, il faut pulvériser les *tarsalis* pour empêcher une éventuelle épidémie du WEE.

Le virus SLE est une maladie commune dans l'est des États-Unis. C'est aussi une maladie des oiseaux sauvages, et comme le WEE, il infecte l'homme et le bétail accessoirement à son cycle naturel. Le vecteur le plus commun, le moustique domestique *Culex pipiens*, est présent dans tout le sud de l'Ontario et le sud du Québec, se reproduisant dans les fossés et les mares ainsi que dans des contenants fabriqués par l'homme. Les poulets et les moineaux domestiques sont facilement infectés, et c'est par eux que la maladie s'introduit dans le milieu urbain. Bien qu'il préfère de beaucoup attaquer les oiseaux, le *pipiens* s'en prend aussi à l'homme et répand de cette façon le SLE dans la population humaine. Le virus SLE était inconnu au Canada jusqu'à l'épidémie de l'été 1975 dans le sud de l'Ontario. Le virus s'est apparemment étendu vers le nord en provenance des États-Unis pendant une saison humide et chaude au cours de laquelle les *pipiens* se sont multipliés de façon exceptionnelle. Il y a eu 66 cas cliniques vérifiés dont cinq cas de mortalité. Les tests sanguins subséquents effectués au hasard ont montré que des centaines d'autres personnes avaient la maladie, mais n'avaient pas de symptômes assez graves pour être hospitalisées. Le taux d'infection est tombé rapidement l'été suivant et, en 1977, le virus avait apparemment disparu de l'Ontario et ne s'est pas remanifesté depuis.

Bien que le virus EEE ait causé la mort de chevaux au Québec, aucun cas de mortalité humaine au Canada n'a été prouvé. Son vecteur aux États-Unis, le *Culiseta melanura*, un diptère piqueur d'oiseaux, est rare au Canada et, à moins que d'autres espèces de moustiques puissent vraiment servir de vecteurs, le EEE ne devrait pas devenir un problème.

Le virus SSH est apparemment largement réparti dans tout le Nord, où il se communique entre petits mammifères, surtout le lièvre d'Amérique, par un moustique de forêt, l'*Aedes communis*. Les hôtes réservoirs et les vecteurs sont tous les deux communs et largement distribués, et le *communis* attaque facilement l'homme, bien que les cas de SSH chez les humains soient plutôt rares. La rareté apparente peut cependant n'être qu'un reflet de la rareté des services médicaux dans le Nord où la plupart des victimes guériraient avant d'avoir reçu des soins.

Le seul autre arbovirus au Canada qui attaque le bétail est responsable de la langue bleue, une maladie du daim, du bœuf et du mouton transmise

biologiquement par les brûlots, surtout par le *Culicoides occidentalis*. Au Canada, la maladie n'a été une menace que dans le centre de la Colombie-Britannique.

Deux autres arbovirus, causant la fièvre jaune et la dengue, sont exotiques au Canada, et ne se manifestent que chez des personnes revenues récemment des tropiques. D'habitude, la fièvre jaune survenait à la fin de l'été, le long de la côte est de l'Atlantique, lorsque les bateaux qui abritaient des populations du moustique-vecteur *Aedes aegypti* et, sans doute, des marins contaminés, voguaient vers le nord en provenance de ports méridionaux. Le vecteur peut se reproduire dans tout contenant rempli d'eau et se développe surtout bien dans les eaux de cale des bateaux à coque de bois. L'avènement des bateaux modernes en acier, de concert avec une lutte efficace contre le moustique, a éliminé ce danger en Amérique du Nord. L'absence de moustiques-vecteurs au Canada écarte tout risque d'épidémie de l'une quelconque de ces maladies qui pourraient être introduites par des touristes malades revenant de pays tropicaux.

La malaria est une infection causée par un protozoaire. Contrairement aux infections virales, la malaria semble plus résistante aux mécanismes de défense de l'organisme et, une fois celle-ci contractée, les symptômes de la malaria peuvent revenir à plusieurs reprises si la maladie n'est pas traitée. Bien que plusieurs animaux sauvages, y compris les oiseaux, les lézards et les singes, puissent attraper différentes sortes de malaria, les virus de la malaria humaine n'attaquent que l'homme et ne peuvent ainsi être contractés qu'à proximité des habitations. Il y a plus de 100 ans, la malaria humaine était fort répandue dans l'est du Canada, mais elle a été éliminée depuis au Canada et aux États-Unis. La malaria est transmise biologiquement seulement par des espèces de moustiques du genre *Anopheles*. Au moins cinq des six espèces découvertes au Canada se sont avéré être potentiellement capables de transmettre la malaria. Des cas de transmission de la malaria ont été signalés parmi des campeurs en Californie parce que l'un d'entre eux avait la maladie. Cependant, il est peu probable que cela arrive au Canada sauf dans le cas d'un voyageur revenant des tropiques avec une maladie causée par une morsure d'*Anopheles*.

RÉACTIONS ALLERGIQUES ET IMMUNITÉ

Chaque fois qu'un diptère piqueur, (ou tout autre insecte ou arthropode capable de piquer) fait un repas de sang, il injecte une petite quantité de fluide salivaire pour empêcher la coagulation du sang dans ses pièces buccales et autour de celles-ci. Ce fluide contient des protéines qui sont allergènes, entraînant une culture et une démangeaison. Une réaction anaphylactique généralisée, bien qu'heureusement rare, peut parfois se produire chez les sujets hypersensibles.

Certaines espèces de diptères piqueurs semblent avoir une salive plus allergène que d'autres. Les mouches noires peuvent être pires que les autres, et une espèce de mouche noire, la *Simulium arcticum*, a entraîné la mort par réaction allergique de nombreux animaux dans certaines régions à proximité des rivières Saskatchewan Nord et Athabaska.

Comme tous ceux qui ont été piqués fréquemment par les moustiques le savent, l'endroit de la piqûre commence à démanger presque avant que le moustique ait terminé de se nourrir. La démangeaison se poursuit pendant une demi-heure ou plus (la réaction initiale), avant de se calmer pour revenir même plus forte le jour suivant (la réaction retardée). On pense que les premières réactions et les réactions retardées sont des réponses à des substances différentes. Des expériences avec les lapins ont montré qu'un animal n'ayant jamais été exposé ne réagira pas, mais qu'après quelques piqûres seulement, une réaction retardée a lieu. Après d'autres piqûres, une réaction initiale s'établit, suivie par la réaction retardée comme avant. Plusieurs centaines d'autres piqûres sont nécessaires pour créer l'immunité à la réaction retardée, mais une fois celle-ci acquise, elle semble durer toute la vie. La gravité de la réaction initiale peut aussi s'atténuer après un grand nombre de piqûres, mais l'inverse, l'hypersensibilité ou une réaction plus intense peut aussi se produire.

La réaction, décrite ci-dessus, de la sensibilité suivie par une immunité acquise progressivement, s'applique aux lapins piqués par les moustiques, mais d'autres travaux semblent indiquer que le même phénomène a lieu chez les humains, notamment en réponse aux piqûres des autres diptères piqueurs. Cependant, l'immunité à chaque groupe de diptères piqueurs doit être acquise séparément, car l'immunité aux piqûres de moustiques semble n'offrir aucune protection contre les piqûres de mouches noires ou de brûlots. De plus, l'immunité aux piqûres d'un groupe de moustiques peut ne pas immuniser la victime aux piqûres des autres. Le rédacteur de cet article a acquis l'immunité aux piqûres de l'*Aedes*, mais pas à celles de l'*Anopheles*, du *Culex* ou du *Culiseta*. Dans le cas des mouches noires, l'immunité aux piqûres de *Prosimulium* semble ne pas protéger contre les piqûres de *Simulium*. Un vaccin préparé à partir des glandes salivaires, bien que théoriquement possible, pourrait éventuellement être préparé pour chaque groupe de diptères piqueurs, mais il serait sans aucun doute moins cher de s'immuniser en s'exposant aux piqûres.

PROTECTION PERSONNELLE

La lutte, dans le but de réduire le nombre de larves, est une entreprise communautaire, qu'une personne seule peut rarement effectuer, même si elle possède des centaines d'hectares; les moustiques adultes, les mouches noires et les tabanides s'éloignent de leurs aires de reproduction et peuvent infester des lieux qui se trouvent à des kilomètres des sites de reproduction. La pulvérisation des lieux avec des insecticides, pour réduire le nombre d'insectes adultes qui se cachent dans le voisinage, et dont l'effet ne dure au mieux que quelques heures, est trop onéreux et prend trop de temps. Étant donné les dangers que cela suppose et que les lois diffèrent d'une année à l'autre et d'une région à l'autre du Canada, il serait bon de demander une aide professionnelle avant de louer ou d'acheter l'équipement de pulvérisation. Les produits anti-moustiques sont le seul moyen pratique de protection contre les diptères piqueurs pour les marcheurs, les campeurs et autres visiteurs des régions peu habitées, comme parfois pour les citadins.

Le produit anti-moustique le plus efficace est toujours le diéthyl-toluamide (deet). C'est un liquide incolore vendu soit sous forme presque pure, soit dilué dans l'alcool. Étant donné que ce produit est le seul efficace pour repousser les diptères (l'alcool s'évapore rapidement et ne repousse pas les moustiques), la marque qui offre la plus forte concentration de diéthyl-toluamide pour le meilleur prix devrait être le plus économique.

Malgré son efficacité contre les moustiques, le diéthyl-toluamide est moins efficace contre les autres diptères piqueurs et présente aussi d'autres inconvénients. Conçu pour être appliqué sur la peau ou sur les habits, il peut irriter la peau de certaines personnes et endommager certains tissus synthétiques. Il dissout aussi certains plastiques, dont les montures de lunettes, les verres ou les bracelets de montre, les peignes, les manches de couteaux de poche, etc. Les plastiques acryliques et le polyéthylène semblent résistants, mais le vinyle se ramollit rapidement. Sur la peau exposée, le diéthyl-toluamide doit être réappliqué au moins toutes les heures, particulièrement lorsqu'il y a du vent.

Pour pallier à ces inconvénients, une veste de type parka a récemment été fabriquée, en coton à tissage lâche et en nylon, imprégnée de diéthyl-toluamide, offrant une protection beaucoup plus durable, jusqu'à un jour ou plus. La toile est assez brute pour laisser entrer les mouches noires et les moustiques, mais le produit anti-moustique les chasse. Le capuchon de la veste suffit habituellement à empêcher les mouches noires et les tabanides d'entrer dans les cheveux ou sous les vêtements. Le tissage lâche permet à la chaleur de circuler.

Malheureusement, ni l'application directe du diéthyl-toluamide, ni l'utilisation de vêtements imprégnés détruit les insectes qui attaquent, et ils continuent à se rassembler autour du visage de la personne même s'ils ne piquent pas. Des recherches sont en cours sur l'efficacité de composés insecticides volatils comme les pyréthroïdes synthétiques, qui pourraient réduire le nombre d'insectes sans nuire à l'utilisateur.

Les électrocuteurs, qui utilisent une source lumineuse à ultra-violet, entourée d'un grillage sous tension qui électrocute tout insecte approchant de la lumière, restent un moyen en vogue particulièrement dans les régions rurales, mais plusieurs études ont montré que cet équipement ne réduit pas de façon importante le nombre de moustiques qui attaquent, bien qu'il détruise un grand nombre d'autres insectes. Apparemment, les moustiques femelles, lorsqu'elles recherchent le sang, sont plus attirées vers les personnes que vers la lumière. L'efficacité des électrocuteurs pour réduire le nombre des brûlots, le seul autre diptère piqueur actif la nuit, n'a apparemment pas été testée.

Des générateurs de sons très aigus qui devraient repousser les moustiques hématophages ont aussi été testés, mais se sont avérés inefficaces pour protéger l'utilisateur contre les moustiques qui attaquent. Apparemment, les moustiques femelles sont sourds; seuls les mâles qui n'absorbent pas de sang, réagissent aux sons.

STRATÉGIES DE LUTTE

À l'heure actuelle, nos méthodes de lutte contre les diptères piqueurs se limitent à une réduction suffisante des populations de manière à restreindre les infestations locales pendant de courtes périodes. Dans la majeure partie du Canada, les infestations annuelles de diptères piqueurs se poursuivront tant que des progrès ne seront pas réalisés dans les domaines du génie génétique, de l'écologie ou de la lutte biologique au moyen des parasites ou des organismes pathogènes des diptères piqueurs.

Au Canada, la lutte contre les diptères piqueurs relève des gouvernements provinciaux et territoriaux, d'où l'existence de 12 ensembles de règlements concernant les méthodes de lutte et les permis d'extermination. (Pour obtenir une liste à jour des adresses des agents provinciaux chargés de la mise en œuvre de ces divers règlements, s'adresser au Canada Biting Fly Centre, Department of Entomology, University of Manitoba, Winnipeg, Man.) En outre, les gouvernements provinciaux peuvent déléguer des pouvoirs aux municipalités qui peuvent, le cas échéant, imposer leur propre réglementation. Par exemple, dans la région d'Ottawa-Hull, le gouvernement fédéral, deux gouvernements provinciaux, deux gouvernements régionaux et plusieurs conseils municipaux ont adopté des règlements en la matière, ce qui fait que la lutte contre les diptères piqueurs à l'échelle de l'agglomération est irréalisable.

L'Alberta, le Manitoba et le Yukon possèdent actuellement les programmes les plus énergiques de lutte contre les moustiques. Dans les villes d'Edmonton et de Winnipeg, un personnel qualifié s'occupe en permanence des problèmes liés à ces insectes. Tous les ans, le gouvernement du Territoire du Yukon embauche un entomologiste chargé de mettre en œuvre des programmes de lutte contre les moustiques dans les agglomérations qui le désirent. De nombreuses autres agglomérations ont entrepris sporadiquement des programmes de lutte, soit parce qu'elles étaient menacées d'une épidémie d'encéphalite, soit parce que le nombre d'insectes nuisibles avait atteint des niveaux intolérables. Toute personne ou municipalité qui envisage d'engager un programme de lutte doit consulter les autorités provinciales ou territoriales.

Lutte biologique. Les poissons larvivores ont sans doute été les premiers organismes employés dans le but précis de lutter contre les diptères piqueurs; en 1925, des poissons larvivores ont été introduits dans les bassins chauds d'eau sulfureuse de Banff en Alberta afin de réduire le nombre de larves de moustiques qui y croissaient. Les poissons se sont multipliés depuis et ont permis de contrer efficacement les problèmes de moustiques. Dans le sud des États-Unis, des canaux, des mangroves et d'autres nappes d'eau ont été ensemencés, mais les poissons utilisés ne résistent pas aux conditions normales des eaux du Canada. Des essais sont actuellement entrepris avec des espèces plus résistantes, notamment les épinoches.

On croit en général que les oiseaux, les chauve-souris et les odonates suppriment efficacement les moustiques. Il est évident que ces prédateurs se nourrissent de moustiques lorsqu'ils le peuvent, mais il n'est pas possible

de compter sur eux pour réduire de façon notable les populations de moustiques pour trois raisons au moins. Les moustiques préfèrent les lieux ombragés et s'abritent dans la végétation où les oiseaux et les odonates peuvent difficilement les repérer. Aussi, les moustiques ont tendance à voler près du sol où les chauve-souris ne chassent pas normalement. Pendant la période d'activité des moustiques, un nombre beaucoup plus considérable d'insectes de plus grandes tailles, comme les éphémères, les phryganes et les chironomes, peuvent servir de nourriture. Les prédateurs ne peuvent ingérer qu'un nombre limité d'insectes pendant une période donnée et, puisqu'il leur faut une source constante de nourriture pendant toute la durée de leur vie, leur population ne peut pas augmenter indéfiniment. Les moustiques apparaissent soudainement en très grand nombre, plus qu'il n'en faut pour nourrir tous les prédateurs réunis, mais ils disparaissent ensuite pendant de longues périodes, où les prédateurs doivent se trouver d'autres proies. La théorie selon laquelle les odonates ont été élevés et libérés pour lutter contre les moustiques est sans fondement. Les larves des odonates sont également prédatrices, et il leur faut un an ou plus pour atteindre la maturité. Aucune technique d'élevage en masse n'a été mise au point pour ces insectes; elle serait sans doute très coûteuse et il n'y a aucune garantie que les adultes de cette espèce puissent contribuer de façon notable à la réduction du nombre de diptères piqueurs.

Parasites et organismes pathogènes. À l'heure actuelle, les recherches les plus prometteuses en matière de lutte contre les diptères piqueurs portent sur l'élevage et l'emploi de parasites et d'agents pathogènes des moustiques eux-mêmes. Dans ce domaine, ces organismes sont nettement supérieurs aux prédateurs étant donné qu'ils s'attaquent exclusivement aux diptères piqueurs et qu'ils n'ont pas à se trouver une autre source d'alimentation lorsque les diptères piqueurs disparaissent, car leur cycle de vie est adapté à celui de ces derniers. La bactérie *Bacillus thuringliensis* var. *israelensis* et le nématode de la famille des *Mermithidae,* le *Romanomermis culicivorax*, sont actuellement produits en masse et commercialisés pour combattre les larves de moustiques. On fait également des essais avec ces espèces et d'autres organismes similaires pour lutter contre les larves de mouches noires. Les chercheurs ont aussi découvert diverses espèces de bactéries pathogènes fongiques qui s'attaquent aux larves de moustiques, de mouches noires et de tabanides, mais la culture de ces bactéries dans la lutte contre les diptères piqueurs en est encore au stade de l'expérimentation.

Écologie. Toutes les espèces de faune et de flore requièrent un habitat particulier. Certaines espèces supportent plus que d'autres la modification de leur habitat mais, dans certains cas, des changements assez minimes peuvent suffire, soit pour favoriser une espèce ou l'éliminer, soit pour la remplacer par une autre. Dans de nombreux cas, l'être humain a involontairement provoqué de tels phénomènes en modifiant les modèles de drainage, les niveaux ou les débits des cours d'eau ou la couverture végétale. Les paramètres critiques pour chaque espèce de diptères piqueurs nous sont mal connus, mais il nous est possible de procéder à certaines généralisations à partir de manipulations antérieures, ce qui pourrait nous suggérer des modifications à apporter à l'habitat pour l'avenir.

Les larves de moustiques, qui se développent exclusivement dans les eaux stagnantes, sont vulnérables aux changements du niveau de l'eau. Des espèces assez différentes vivent dans les étangs temporaires, les eaux semi-permanentes ou les eaux permanentes. Des espèces nuisibles sont fréquemment éliminées en permanence par le drainage et le remplissage de l'étang où elles se reproduisaient.

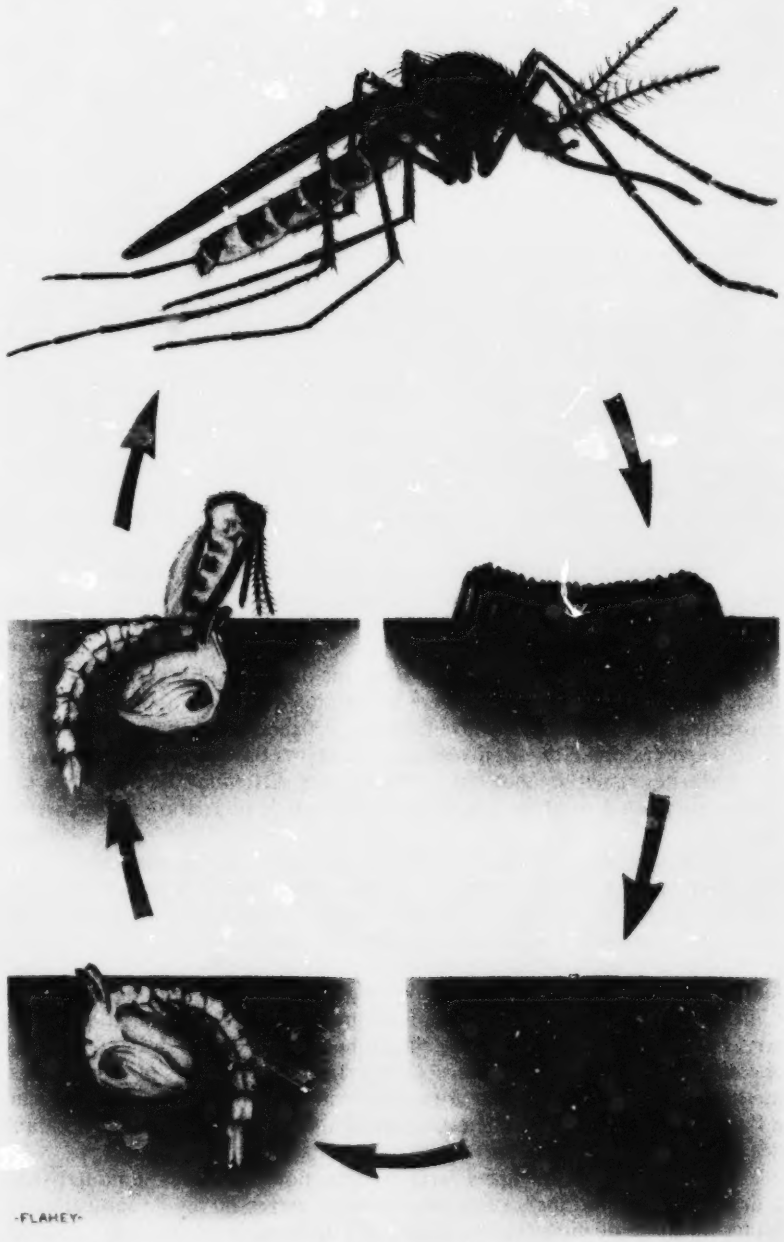
FAMILLES DE DIPTÈRES PIQUEURS

Moustiques (Culicidae)

Les moustiques fréquentent toutes les régions du Canada, à l'exception de quelques petites îles arctiques. D'autres diptères piqueurs constituent de véritables fléaux dans certaines régions, mais les moustiques sont présents partout, jour et nuit, du début du printemps jusqu'à la fin de l'été, ne laissant aucun répit, même en automne, au cours de certaines années. Mais les problèmes ne se limitent pas aux habitudes odieuses des moustiques; ceux-ci sont les uniques diptères piqueurs du Canada qui transmettent des organismes pathogènes à l'être humain (voir Transmission des maladies).

À l'heure actuelle, 74 espèces de moustiques ont été relevées au Canada. Les moustiques sont présents tout le printemps et tout l'été puisque les périodes d'activité de diverses espèces se succèdent et que quelques espèces produisent plusieurs générations pendant l'été ou l'automne s'il y a suffisamment de pluie. Certaines espèces de plus grande taille ont une longue espérance de vie et persistent de la fin mai jusqu'en août ou même jusqu'au début septembre. Toutefois, dans la majorité des cas, les adultes ne vivent pas plus qu'un mois. Les moustiques les plus précoces (naissant parfois avant la fin de la fonte de la neige) sont les *Anapheles* et les *Culiseta* femelles qui viennent de finir leur période d'hibernation. Dans la majorité des cas (espèces appartenant en général au genre *Aedes*), les œufs pondus au cours de la saison précédente hibernent et éclosent au début du printemps; les larves se développent dans des flaques d'eau de fonte. Ces espèces précoces sont à l'origine de la période de prolifération des moustiques dès l'éclosion des bourgeons des arbres. Quelques espèces (surtout l'*Aedes vexans*, le moustique le plus nuisible du Canada) qui ont la capacité de se reproduire rapidement de façon répétée pendant les périodes chaudes peuvent devenir extrêmement abondantes au cours des étés où il pleut beaucoup, ce qui entrave de façon marquée la production du bétail et du lait. Les Prairies sont gravement touchées pendant les étés humides, mais toutes les régions du sud du Canada sont vulnérables aux infestations de *vexans*.

Fig. 1 Cycle de vie du moustique *Culex pipiens*. Dans le sens des aiguilles d'une montre en commençant par le haut: femelle adulte; les œufs cimentés les uns aux autres pour former une sorte de radeau qui flotte sur l'eau; la larve suspendue par l'apex du siphon à la surface superficielle qui lui permet de respirer; la pupe suspendue de la même manière par ses deux trompettes respiratoires; l'adulte sortant au grand air en se libérant de son enveloppe nymphale à la surface de l'eau.


-FLAHEY-

On présume que les moustiques se reproduisent dans les grandes herbes, car la présence d'adultes a été repérée parmi les herbes ou les arbustes croissant dans les zones éloignées de l'eau. Toutefois, cette hypothèse est fausse. Les larves de toutes les espèces connues se développent exclusivement dans les eaux dormantes. Elles croissent aussi bien dans quelques gouttes d'eau reposant dans une cavité d'un arbre ou à la base d'une feuille que dans les marais qui s'étendent sur de nombreux hectares. À l'exception des surfaces de lacs soumis à l'action des vagues, pratiquement tous les types d'eaux stagnantes peuvent abriter les larves d'une ou plusieurs espèces de moustiques. Certaines d'entre elles, par exemple, l'*Aedes excrucians*, peuvent s'adapter à diverses conditions et se multiplient dans l'ensemble du Canada depuis la limite forestière jusqu'aux zones méridionales mais, en général, elles ont des préférences quant à l'habitat. Certains moustiques ne croissent que dans de vastes marais permanents. Ce sont les mares temporaires d'eau de fonte qui comptent le plus grand nombre d'espèces, surtout les espèces de l'*Aedes*, et peut-être aussi les populations les plus abondantes. L'assèchement de ces mares en été n'a aucun effet sur les moustiques une fois que les adultes les ont quittées puisque les œufs peuvent survivre malgré l'absence d'humidité, parfois pendant de nombreuses années. Même les habitats particuliers, comme l'eau qui repose dans les cavités des arbres ou dans les feuilles en forme d'entonnoir, possèdent des espèces de moustiques qui ne croissent en aucun autre milieu.

Les mares temporaires constituent des lieux de prédilection pour les espèces à croissance rapide. Pendant quelques jours, les prédateurs, dont le développement n'est guère plus rapide que celui des moustiques, disposent d'une surabondance de nourriture qu'ils ne peuvent ingérer entièrement et qui disparaît ensuite soudainement. Bien que de nombreuses espèces prédatrices se soient adaptées de manière à exploiter cette abondante source de nourriture, peu d'entre elles peuvent réduire efficacement le nombre de larves et ne peuvent donc être employées comme agents biologiques. Les organismes parasites et pathogènes ont également des difficultés à s'adapter à un changement aussi soudain, d'une surabondance de nourriture à une disette totale.

Sur le plan anatomique, les larves des moustiques sont des organismes fort complexes. Elles n'ont pas de pattes, mais peuvent nager rapidement par des poussées latérales du corps. Bien qu'elles puissent respirer par la peau au cours des premières étapes de leur formation, les larves plus évoluées respirent l'air à la surface de l'eau par deux petits orifices postérieurs: les stigmates. Chez la plupart des espèces, les stigmates sont disposés à l'extrémité d'un siphon conique, ce qui leur prête une apparence caractéristique. Les larves se suspendent souvent à la pellicule superficielle par l'apex du siphon, et sont ainsi soutenues par la tension superficielle. L'une des plus anciennes méthodes de contrôle consiste à perturber la tension superficielle de l'eau à l'aide d'une substance huileuse, ce qui coupe l'approvisionnement en air des larves situées sous la surface.

À l'exception de quelques rares espèces, dont les larves se nourrissent d'organismes aquatiques, particulièrement d'autres larves de moustiques, toutes les larves de moustiques s'alimentent de manière végétale, soit vivante (comme les algues ou le pollen en suspension) soit morte. Les larves

d'*Anopheles* se sont adaptées de manière à pouvoir se nourrir des matières en suspension à la surface de l'eau; les autres larves se nourrissent principalement de matières déposées sur le fond. Elles rassemblent les particules de nourriture à l'aide de deux brosses labiales, situées de chaque côté de la bouche. Chaque brosse se compose de deux rangées de centaines de longs poils; les poils peuvent se dresser simultanément sous l'effet de la tension artérielle interne ou se détendre, rangée par rangée, par la contraction d'une série complexe de muscles. Cette manœuvre (tendre et détendre les poils) est répétée rapidement plusieurs fois par seconde de manière à capturer les particules de nourriture qui entourent les larves et à provoquer un courant d'eau qui ramène d'autres particules dans leur champ d'action. Les larves retirent ensuite les particules prises dans les poils et se les mettent dans la bouche à l'aide des autres pièces buccales (mandibules, maxilles, etc.) qui se rangent parmi les organes les plus complexes du monde animal. Cette méthode d'alimentation par filtration caractérise également les larves des mouches noires et d'autres familles de moustiques non hématophages. Les larves de moustiques du genre *Aedes* ne se nourrissent pas exclusivement de particules déjà en suspension; elles peuvent râcler les feuilles mortes et les autres matières organiques submergées à l'aide des poils de leurs brosses labiales. Elles peuvent également se servir de leurs mandibules tranchantes pour mettre les grosses particules en morceaux suffisamment petits pour être avalés.

Les pupes, qui ont la forme de minuscules têtards avec la queue repliée sous le corps, restent normalement immobiles à la surface de l'eau et respirent par deux organes en forme de trompettes situés juste derrière la tête. Lorsqu'un danger se présente, elles peuvent nager rapidement jusqu'au fond de l'eau et se dissimuler dans les débris, ce qui les distingue de la majorité des pupes d'insectes.

Les adultes se dépouillent de leur enveloppe nymphale à la surface de l'eau. Ils peuvent alors rester à la surface jusqu'à ce que leurs ailes durcissent. Certaines espèces se dispersent pour parfois se déposer à des kilomètres du lieu où elles ont abandonné leur enveloppe. Les mâles se rassemblent alors dans des aires appropriées (généralement une clairière) et, à l'aube ou au crépuscule, les essaims partent en quête d'une femelle. Les femelles non fécondées sont également attirées par ces clairières, et le bourdonnement produit par leurs battements d'ailes est décelé par les longs poils dressés sur les segments des antennes des mâles. Dès que sa présence est repérée, la femelle est immédiatement interceptée par un ou plusieurs mâles; le vainqueur la capture en plein vol et l'accouplement commence immédiatement et se termine soit dans cette position ou pendant la lente descente des moustiques vers la végétation au sol. Après l'accouplement, le mâle rejoint sans doute l'essaim tandis que la femelle quitte les lieux à la recherche d'un hôte approprié et d'un repas sanguin.

Espèces nuisibles. En dépit du fait que plus de 60 des 74 espèces de moustiques dénombrées au Canada se nourrissent de sang, seules quelques-unes d'entre elles constituent de véritables nuisances en raison de leur nombre. L'espèce *Aedes vexans*, mentionnée antérieurement, est sans doute la plus nuisible. L'*Aedes spencerii* et l'*A. dorsalis* infestent aussi les Prairies de façon

régulière. Dans les provinces maritimes, l'*Aedes cantator* et l'*A. sollicitans* envahissent les zones adjacentes aux marais salés pendant tout l'été. Les zones contiguës aux marais permanents du sud de l'Ontario et du Québec sont infestées par la *Mansonia perturbans* au crépuscule durant l'été. Les œufs de l'*Aedes sticticus* peuvent subsister pendant de nombreuses années dans les plaines inondables des vastes cours d'eau de tout le sud du Canada; ils éclosent en masse au moment des inondations à la fin du printemps ou en été. L'*Aedes stimulans* et l'*A. excrucians* et leurs parents, espèces agressives de grande taille, de couleur brun rouge et dont les pattes portent des bandes blanches, persistent tout l'été dans les boisés du sud de l'Ontario et du Québec. Plus au nord, l'*A. punctor* et l'*A. communis* dominent l'ensemble de la forêt boréale. L'*Aedes punctor* préfère le muskeg acide, tandis que la *communis* croît dans l'argile alluviale en bordure des vallées fluviales. C'est principalement à l'*Aedes hexodontus* que la zone subarctique, près de la limite forestière, doit sa terrible réputation de pire endroit au monde pour les moustiques. Churchill, au Manitoba, est infestée de populations énormes d'*hexodontus* (selon les estimations, 12,5 millions par hectare) qui attaquent jour et nuit, dans des conditions de vent et de froid auxquelles la majorité des autres espèces ne pourraient pas résister. L'*Aedes nigripes* et l'*A. impiger* fréquentent la toundra jusqu'à l'extrémité septentrionale de l'île Ellesmere, mais ils ne sont jamais aussi voraces que le moustique *hexodontus*, près de la limite forestière.

Mouches noires ou simulies (Simuliidae)

Aucun autre diptère piqueur n'est aussi redouté, particulièrement par les visiteurs au Canada, que les mouches noires. En juin et juillet, dans les régions forestières du Bouclier canadien, cette crainte peut être légitime, car les populations de *Simulium venustum* peuvent y être si abondantes et attaquer avec tellement d'acharnement que les activités de grand air sans protection deviennent pratiquement impossibles pendant le jour. Les mouches noires ont souvent l'habitude de se déposer et de repartir à maintes reprises sans piquer leur victime. Leur nombre et leur appétit augmentent au coucher du soleil. Toutefois, même si elles ne piquent pas, leur bourdonnement et leur présence constante sont aussi agaçants que les morsures qu'elles peuvent infliger. Dieu merci, la nuit nous en soulage car, contrairement aux moustiques et aux brûlots, les simulies se reposent la nuit. En outre, contrairement aux moustiques, elles pénètrent rarement à l'intérieur des maisons ou même des véhicules; dès qu'elles se sentent emprisonnées, elles ne songent plus qu'à libérer et finissent leur vie sur les moustiquaires ou les fenêtres.

Bien qu'elles ne puissent pas piquer à travers les vêtements, les mouches noires adorent ramper dans la chevelure et sous les habits et laissent des morsures à des endroits inaccessibles, comme aux chevilles et à la taille. Pour

Fig. 2 Cycle de vie de la mouche noire. Dans le sens des aiguilles d'une montre en commençant par le haut: femelle adulte; les œufs déposés sur une plante qui émerge à la surface des eaux courantes; larves fixées au fond de l'eau qui déploient leurs brosses labiales en quête de nourriture; pupes, à l'intérieur de leur cocon, fixées à une plante submergée; l'adulte, à l'intérieur de sa pellicule de gaz, se libère de son enveloppe pupale pour émerger à la surface de l'eau.

se protéger les chevilles, il suffit normalement de rentrer le bas des pantalons dans ses bas, et une veste vaporisée de DEET (voir Protection personnelle) découragera la plupart d'entre elles de pénétrer sous la chemise ou dans la chevelure. Ces insectes sont fortement influencés par les couleurs; ils sont davantage attirés par les teintes foncées que par les couleurs pâles et préfèrent le bleu, le violet, le brun et le noir au blanc ou au jaune. Par conséquent, il est beaucoup plus sage de porter une chemise de couleur pâle qu'une chemise bleu foncé. Toutefois, les jeans sont peut-être préférables aux pantalons pâles pourvu qu'ils soient sans trous et soigneusement rentrés dans les bas, car ils permettent peut-être d'attirer les mouches loin de la région de la tête.

Dans le sud du Canada, les mouches noires persistent du début de mai (leur apparition coïncidant avec l'éclatement des bourgeons des arbres des forêts, particulièrement des érables, et précédant la prolifération des moustiques) jusqu'à la mi-juin. Plus au nord, dans la forêt boréale, elles sont présentes en juin et juillet, tandis qu'au Yukon et dans la partie continentale des Territoires du Nord-Ouest, où les eaux des cours d'eau sont habituellement glaciales jusqu'au milieu de l'été, elles n'apparaissent qu'à la fin de juillet ou au début d'août, après la disparition quasi totale des moustiques.

Le Canada possède plus d'espèces de mouches que de moustiques; plus de 100 espèces ont déjà été repérées, et il en existe d'autres qui n'ont même pas encore été identifiées. Elles sont plus sélectives que les moustiques en ce qui concerne leur choix d'hôtes, et relativement peu d'espèces de mouches noires se nourrissent de sang humain. La majorité d'entre elles semblent se nourrir exclusivement du sang des oiseaux et, dans une forte proportion, elles ne prennent, semble-t-il, aucun repas sanguin, car leurs pièces buccales ont dégénéré et ne leur permettent apparemment pas de sucer le sang. Cependant, les piqueurs d'oiseaux peuvent être attirés par l'homme, sans doute par le gaz carbonique qu'il expire, et lorsqu'elles sont nombreuses, ces mouches peuvent être gênantes même si elles ne piquent pas.

Les larves de mouches noires de diverses espèces se développent dans toutes les eaux courantes, depuis des suintements minuscules dont le déplacement est presque indécelable jusqu'aux vastes cours d'eau et chutes d'eau. Chaque espèce semble avoir des préférences en ce qui concerne la largeur, le débit et les caractéristiques des cours d'eau; les ruisseaux et les suintements sont caractérisés par des espèces de mouches noires particulières tandis que d'autres se développent dans les grands cours d'eau et chutes d'eau. La majorité des espèces semblent rares; toutefois, certaines d'entre elles sont si abondantes que leurs larves recouvrent les fonds des cours d'eau sur des milliers de mètres carrés. Les larves restent normalement immobiles; elles se fixent à un objet avec de la « soie » sécrétée par leurs glandes salivaires; elles retiennent la soie au moyen d'une couronne postérieure formée de nombreux crochets minuscules. Elles possèdent les mêmes pièces buccales que les larves de moustiques (brosses labiales, mandibules, maxilles, etc.), qui se sont toutefois modifiées de façon assez marquée pour résister aux courants, et se nourrissent par filtration en retenant les petites particules d'algues et de détritus qui se déplacent dans l'eau. Les larves ne distinguent pas facilement les différents types de particules, mais avalent toutes celles d'une certaine taille qui s'infiltrent dans leurs pièces buccales, dont les boules fécales des larves

installées en amont. À cet égard, elles jouent un rôle important dans le recyclage des matières nutritives. De plus, en raison de leur incapacité à faire la distinction entre les différents types de particules, elles risquent d'avaler des particules d'insecticides.

Bien que les larves de mouches noires demeurent longtemps immobiles, fixées à leur petit coussin de soie, elles peuvent changer de position. Pour ce faire, elles sécrètent une nouvelle soie qu'elles saisissent au moyen des petits crochets situés à l'extrémité de la fausse patte (membre en forme de doigt juste derrière et en-dessous de la tête), relâchent leurs crochets postérieurs et vont les fixer à la nouvelle soie. De cette manière, une larve peut se déplacer, bien que lentement, en traçant des boucles. Toutefois, lorsqu'elle est perturbée, la larve fixe immédiatement une autre soie au substrat, puis relâche l'ancienne et se laisse aller à la dérive en retenant la nouvelle soie qui ressemble à celle de l'araignée, mais qui est produite avec la langue plutôt qu'avec des filières. La larve peut reprendre position en remontant la soie ou se laisser emporter par le courant jusqu'à ce qu'elle trouve un endroit approprié pour se fixer. Ce phénomène explique pourquoi certaines espèces qui fréquentent normalement les petits cours d'eau sont parfois recueillies dans les grandes rivières.

Lorsque la période de croissance est terminée, la larve choisit un endroit approprié pour filer son cocon, dans lequel elle demeure jusqu'à ce qu'elle ait atteint le stade de pupe. Le cocon, qui a la forme d'un sac ou d'une chaussette, est confectionné avec la même substance salivaire sécrétée par la larve pour s'immobiliser. Le cocon est toujours fixé solidement à un objet submergé ou même partiellement enfoui dans la vase du fond, laissant l'extrémité antérieure de la pupe exposée à l'eau. Toutes les pupes de mouche noire possèdent deux membres filamenteux en forme de branchies derrière la tête pour l'échange des gaz; le nombre et la forme de ces membres permettent d'identifier les espèces. Au bout d'une semaine ou plus, immédiatement avant l'émergence de l'insecte adulte, la pupe se remplit de gaz. L'adulte se libère alors, déploie immédiatement les ailes et, abandonnant ainsi l'enveloppe pupale dans le cocon, émerge à la surface, entouré entièrement d'une pellicule de gaz qui assure sa protection. Comme un moustique, la mouche peut demeurer immobile à la surface de l'eau ou se laisser emporter par le courant avant de prendre son premier envol.

Au Canada, presque toutes les espèces de mouches noires ne se reproduisent qu'une fois l'an (espèces univoltines). Certaines d'entre elles, par exemple plusieurs espèces de *Prosimulium*, passent l'hiver à l'état de larves, fréquemment sous la glace, où elles se développent lentement. Par conséquent, la pupation a lieu dès le déglacement, et ces mouches noires atteignent le stade adulte avant toutes les autres espèces. Sauf une seule exception (*Simulium vittatum*, dont nous parlerons plus loin), ces espèces sont univoltines et passent l'été et l'automne à l'état d'œufs. Ceux-ci éclosent en octobre, ou plus tôt dans le nord du Canada. La majorité des autres espèces sont univoltines et le développement de l'œuf se prolonge pendant l'été, l'automne et l'hiver. La croissance des larves est habituellement rapide. La plupart des espèces fréquentent les petits cours d'eau et les suintements qui sont souvent assez chauds. Quelques espèces sont polyvoltines, c'est-à-dire qu'il y a plus d'une ponte pendant l'été. La *Simulium vittatum* constitue l'espèce polyvoltine qui hiberne à l'état de larve.

Espèces nuisibles. Seule une petite fraction des espèces de mouches noires actuellement relevées au Canada sont nuisibles. Dans l'est du pays, il n'existe que deux complexes d'espèces qui soient extrêmement nuisibles. Le complexe d'espèces *Prosimulium fuscum-mixtum* est le premier à apparaître, au moment où éclatent les bourgeons des arbres dans les forêts. La couleur des adultes varie du pâle au brun foncé et leurs pattes sont uniformément brunes, sans bandes blanches. Les *Prosimulium* ne vivent qu'une ou deux semaines, au bout desquelles elles sont principalement remplacées par les *Simulium venustum-verecundum*, un complexe d'espèces plus noires, dont les pattes noires portent des bandes blanches. Selon la latitude, la période de prolifération des *venustum* se produit en juin ou au début de juillet. Après cette période, la situation s'améliore habituellement, quoique quelques espèces continuent à infester certaines localités. Les *Simulium decorum*, une espèce polyvoltine, peut être observé en automne (bien qu'elle soit présente tout l'été, cette espèce passe inaperçue soit parce qu'elle n'est pas en quête de sang humain soit parce que les populations de *venustum* sont beaucoup plus nombreuses que les siennes). Près des grands cours d'eau, l'espèce *S. jenningsi*, qui est également polyvoltine, peut être abondante en certaines zones; elle ne semble heureusement pas aussi nuisible au Canada qu'elle ne l'est plus au sud, dans l'est des États-Unis. Au Nouveau-Brunswick, la *S. parnassum* est une espèce plutôt tardive et abondante au milieu de l'été. À Terre-Neuve, une espèce qui prolifère tôt au printemps, la *Prosimulium pleurale*, est abondante localement.

Dans l'ouest du Canada, la *S. arcticum* et la *S. luggeri* nuisent gravement au bétail des prairies. Avant la construction du barrage Gardiner sur la rivière Saskatchewan nord, les mouches *arcticum* étaient si abondantes parmi les troupeaux qu'un grand nombre de bêtes mouraient de réactions allergiques (voir Réactions allergiques et immunité). Bien que la *S. arcticum* cause toujours de graves problèmes dans la région de la rivière Athabasca, le débit de la rivière Saskatchewan nord a été modifié par la construction du barrage Gardiner, ce qui a éliminé les rapides qui constituaient l'aire de reproduction de cette espèce; il ne s'agit donc plus d'une espèce nuisible, et la *S. luggeri* domine maintenant ce cours d'eau au débit plus lent et rempli d'algues. Bien que la *S. luggeri* ne semble pas entraîner la mort du bétail, elle est polyvoltine et, donc, présente tout l'été, ce qui ne constitue guère un soulagement par rapport à l'espèce univoltine *arcticum*.

Brûlots (Ceratopogonidae)

Cet insecte, qui est le plus petit des diptères piqueurs, porte beaucoup de surnoms en anglais (punkies, no-see-ums, sand-flies). La victime se rend rarement compte de sa présence avant qu'il n'ait commencé son repas sanguin. Sa piqûre qui donne une sensation de brûlure lui a mérité le nom de « brûlot » au Canada français.

La famille des Cératopogonides est, de beaucoup, la plus grande et la moins connue des familles de moustiques hématophages. Toutefois, à l'exception de quelques espèces de *Leptoconops*, ces espèces de Cératopogonides, qui s'attaquent aux êtres humains et au bétail au Canada, appartiennent toutes au genre *Culicoides*. Il existe plus de 50 espèces de ce genre au Canada, et

Fig. 3 La femelle adulte du brûlot qui appartient au genre *Culicoides*.

la plupart d'entre elles se nourrissent de sang de mammifères ou d'oiseaux, bien que quelques-unes s'attaquent exclusivement aux reptiles ou aux amphibiens. Les autres membres du genre possèdent des pièces buccales atrophiées et ne font sans doute pas de repas sanguin. Outre les *Culicoides*, il existe de nombreux autres genres de Cératopogonides au Canada englobant des centaines d'espèces qui, dans la majorité des cas, n'ont peut-être pas encore été identifiées. Ces insectes vivent dans toutes les régions du pays, même sur les îles arctiques. Certains membres du genre *Forcipomyia* sucent le sang des insectes de plus grande taille (presque comme des ectoparasites), soit directement des insectes vivants, soit des carcasses piégées dans les toiles d'araignées; ils réussissent d'une manière ou d'une autre, à ne pas se faire capturer. Quelques espèces d'*Atrichopogon* sucent le contenu des grains de pollen. La majorité des autres Cératopogonides femelles sont des insectes prédateurs qui se nourrissent même de leurs semblables; elles capturent leurs proies au vol et avalent même le mâle après l'accouplement. Comme dans le cas des moustiques et des mouches noires, seules les femelles s'alimentent de sang ainsi que de nectar et d'autres sécrétions sucrées; les mâles se nourrissent exclusivement de ces dernières.

Les larves des Cératopogonides sont minuscules, et il est difficile de les repérer ou de les étudier, bien qu'elles soient présentes dans une vaste gamme d'habitats humides, habituellement au milieu d'une végétation en décomposition. Les larves se nourrissent de matières végétales comme les algues, les champignons ou les spores de champignon ou elles sont carnivores. Les insectes carnivores ont une tête pointue, dont ils se servent pour pénétrer à l'intérieur des larves d'insectes de plus grande taille. Les herbivores choisissent en général des habitats humides terrestres, comme l'intérieur de l'écorce des arbres morts. Les carnivores sont des insectes aquatiques ou terricoles. Les larves de *Leptoconops*, dont les habitudes alimentaires restent inconnues, ont été repérées à plusieurs centimètres de profondeur dans les plages de sable.

Les larves de Cératopogonides ne filent ni cocon ni soie, et se transforment en pupes dans leur gîte larvaire même ou près de celui-ci. Les pupes des espèces aquatiques peuvent se laisser flotter jusqu'à la surface, mais ne peuvent pas nager; les pupes qui se sont transformées sous l'écorce d'un arbre revêtent souvent partiellement leur dernière enveloppe larvaire.

Espèces nuisibles. Même si les espèces de brûlots abondent au Canada, peu d'entre elles, relativement parlant, sont nuisibles. Dans la forêt boréale, particulièrement dans l'est du Québec et dans les provinces de l'Atlantique, la présence de *Culicoides sanguisuga* et d'autres espèces rendent le camping intolérable dans les régions boisées à la fin de juin et en juillet. Dans les Maritimes, au voisinage des marais salés côtiers, la *C. furens* peut être abondante, sans être aussi nuisible que plus au sud, aux États-Unis. La *Culicoides occidentalis* serait le principal vecteur du virus à l'origine de la maladie à virus « blue-tongue » qui affecte le bétail au centre de la Colombie-Britannique.

Taons et chrysops (Tabanidae)

Les tabanides (terme générique courant de ces insectes) existent partout au Canada, au sud de la limite forestière. En général, ils abondent davantage dans la forêt boréale où les vastes marécages leur offrent des aires de reproduction illimitées et où le caribou et l'orignal sont des cibles passives pour les femelles en quête de sang. En général, ces espèces ne sont actives que le jour, lorsque le temps est chaud, et vivent exclusivement en été, de juin à août. La majorité des espèces sont donc présentes simultanément.

Le Canada compte environ 135 espèces de tabanides. La plupart d'entre elles (75) sont des taons, appartenant aux genres *Hybomitra* et *Tabanus*, 42 sont des chrysops, tandis que les 18 autres qui, pour la plupart ne piquent pas, appartiennent à divers autres genres. Les chrysops sont de plus petite taille et leurs ailes portent d'habitude des motifs très distincts; les ailes des taons sont habituellement transparentes.

Fig. 4 Cycle de vie du taon. Dans le sens des aiguilles d'une montre en commençant par le haut: femelle adulte; masse d'œufs déposée sur une feuille de jonc au-dessus du niveau d'une eau stagnante; deux larves, deux pupes, chacune contenant un adulte entièrement développé et prêt à émerger, à moitié enfouies dans la boue.

Tous les tabanides passent l'hiver enfouis dans le sol à l'état de larve. La majorité d'entre eux préfèrent la vase humide adjacente ou sous-jacente aux étangs, marais ou ruisseaux ou encore la sphaigne des marais, tandis que quelques-uns s'installent dans des habitats plus secs. Les fonds de gravier des cours d'eau à débit rapide constituent le gîte larvaire de quelques rares espèces. Certaines espèces, particulièrement celles des deux dernières catégories, sont très difficiles sur le choix de leurs habitats, mais il semble que les larves de la majorité des tabanides ont été prélevées dans divers habitats de vase humide situés près de nappes d'eau. Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne pouvons pas savoir d'avance quelle espèce pourrait vivre dans tel habitat, comme c'est le cas pour les larves des moustiques ou des mouches noires. En outre, les larves de tabanides sont assez mobiles et, puisque cette étape de développement dure de nombreux mois, elles peuvent se déplacer sur de longues distances dans la mousse ou la vase.

Les larves de taons sont des prédateurs acharnés; elles capturent leurs proies (habituellement les larves d'autres insectes) avec leurs mandibules tranchantes en forme de faux et les paralysent en leur injectant du venin à la manière des vipères. Dans le sud des États-Unis, il existe une espèce particulièrement grande qui peut capturer les crapauds nouvellement éclos et les traîner sous la vase. Les mandibules creuses possèdent un canal longitudinal qui s'ouvre aux extrémités et transporte le poison sécrété par une glande située dans le corps même de la larve. L'injection du venin immobilise la proie presque immédiatement et provoque sans doute la liquéfaction des tissus qui sont ensuite aspirés; l'enveloppe externe est abandonnée. Les larves de taons agressés peuvent se défendre par des piqûres douloureuses. Les larves de chrysops possèdent des mandibules similaires, dotées de glandes sécrétant du venin, mais on ne sait pas encore quel est leur régime alimentaire ni comment fonctionnent leurs mandibules. Elles ne se nourrissent pas de leurs semblables comme les larves de taons et vivent souvent en association, surtout au stade de pupe. Chez tous les tabanides, les pupes se développent dans la couche superficielle du sol, d'où elles peuvent s'extraire à temps pour passer au stade adulte.

Les adultes mâles, en particulier ceux de certaines espèces de *Hybomitra* de plus grande taille, volent avec une dextérité exceptionnelle; ils peuvent ainsi planer dans un endroit pendant des minutes, partir sur le champ à toute vitesse pour tenter de rattraper un autre insecte, en espérant sans doute qu'il s'agisse d'une femelle, et revenir finalement à leur premier endroit pour y rester quelque temps. Ces insectes mâles requièrent des quantités assez énormes de nectar pour leur fournir l'énergie nécessaire afin de se maintenir en vol pendant de longues périodes. Ce comportement est limité aux « aires de rassemblement », habituellement au sommet des montagnes, dans les clairières ensoleillées ou dans les sentiers des forêts fréquentées par une espèce précise tous les ans. Les autres tabanides n'ont pas cette capacité de voler sur place, mais se regroupent néanmoins dans les mêmes types d'aires de rassemblement, où ils attendent sur le feuillage et s'envolent soudainement pour capturer les insectes qui les croisent. Il faudrait mieux connaître ces aires de rassemblement et d'autres aspects du comportement des mâles pour trouver une méthode de lutte contre les mâles et réduire ainsi les populations de tabanides l'année suivante.

Les adultes femelles nuisent gravement au bétail. Dans les pâturages, les bêtes passent tellement de temps à se défendre contre les insectes qu'une baisse de production de viande et de lait en résulte. Une vache peut perdre environ un quart de litre de sang par jour si elle est constamment harcelée et en perdre encore plus par les morsures laissées par les mouches. Celles-ci sont prudentes et interrompent vite leur repas; elles doivent piquer l'animal de nombreuses fois afin d'obtenir un seul repas sanguin. Elles se déplacent aisément d'un animal à l'autre et peuvent, comme le démontrent certaines expériences, transmettre mécaniquement par leurs pièces buccales des organismes pathogènes comme ceux de l'anthrax et de la tularémie. Ces deux maladies caractérisent essentiellement les animaux, mais peuvent être transmises aux êtres humains en contact avec les animaux contaminés. Heureusement, au Canada, les tabanides ne semblent pas transmettre de maladies aux hommes, quoique les risques ne doivent pas être négligés.

Chez les tabanides, la ponte des œufs est un phénomène assez étrange; une masse ovale de couleur foncée qui se compose de plusieurs couches superposées est déposée sur les tiges ou les feuilles des plantes qui surplombent généralement une nappe d'eau; au bout d'environ une semaine, ces tiges ou feuilles deviennent leur gîte larvaire. Dans cet habitat, les œufs sont protégés contre les prédateurs qui les ingurgiteraient s'ils étaient déposés directement sur le sol ou dans l'eau, mais ils ne sont pas toujours à l'abri des parasites.

Symphoromies (*Symphoromya* spp.—Rhagionidae)

Cet insecte, qui ressemble à un mince petit taon sans caractéristique particulière, n'est nuisible que dans les montagnes de la Colombie-Britannique, de l'Alberta et du sud du Yukon. Les espèces de l'Est ne sont pas communes et piquent rarement. Contrairement aux tabanides, les symphoromies ne sont pas prudentes et se font facilement écraser, mais elles peuvent être si abondantes qu'il faudrait passer tout son temps à les éloigner. Certaines espèces rampent constamment sur la peau, mais les repas sanguins ne semblent pas les intéresser; apparemment, quelques espèces ne sont pas hématophages et sont peut-être autogènes.

Il existe au moins 10 espèces de symphoromies au Canada, mais les études à leur sujet sont limitées et d'autres espèces n'ont pas encore été identifiées. Les diverses espèces se succèdent pendant l'été. Les plus grosses populations ont été relevées dans la région côtière humide de la Colombie-Britannique où elles s'étendent depuis le niveau de la mer jusqu'à la zone alpine. Les larves de quelques espèces seulement ont été prélevées dans les champs de toundra sur les versants sud et dans les herces et les hellébores. Les larves sont peut-être prédatrices, car leurs pièces buccales ressemblent à celles des larves de tabanides, mais personne n'a encore observé leurs habitudes alimentaires. Toutes les espèces semblent univoltines. Des aires de rassemblement des mâles ont été repérées en bordure des sentiers des collines de l'Alberta, dans les clairières ensoleillées adjacentes aux cours d'eau de la Colombie-Britannique et sur les sommets des montagnes dans l'Est.

Fig. 5 La femelle adulte de la symphoromie.

Mouches des cornes et stomoxes (*Haematobia irritans* et *Stomoxys calcitrans*—Muscidae)

Ces deux espèces d'insectes nuisibles ont été importées d'Europe, sans doute avec le bétail qui accompagnait les premiers colons. Les mouches des cornes ne piquent pas l'homme et sont presque exclusivement associées au bétail et, parfois, aux chevaux. Elles passent quasiment toute leur vie adulte dans les poils de leurs hôtes, et les femelles ne quittent cet abri que pendant quelques minutes, pour pondre leurs œufs. Elles se nourrissent à leur gré, ce qu'elles font souvent au grand désespoir du bétail. Les stomoxes, qui ressemblent à une mouche domestique, sont beaucoup moins attirés par le bétail, mais attaquent volontiers les êtres humains. Ils ne demeurent sur leurs hôtes que pendant le repas sanguin et se déplacent sur de grandes distances en quête d'hôtes ou d'aires de reproduction.

Contrairement aux familles étudiées antérieurement, les mâles et les femelles de cette famille possèdent des pièces buccales essentiellement identiques, et les deux sexes piquent. En outre, la structure de leurs pièces buccales est entièrement différente, ce qui met en évidence une évolution distincte des autres diptères piqueurs. Ils n'ont ni mandibules ni maxilles et, au lieu de couper la peau comme le font les insectes des autres familles, ils enfoncent entièrement la trompe mince et pointue dans la peau à la manière d'une seringue, ce qui est douloureux pour la victime. L'insecte utilise ses petites épines recourbées à l'extrémité de la trompe pour percer la peau et les déplace en diagonale en les écartant les unes des autres pour creuser un trou dans lequel il enfonce la trompe.

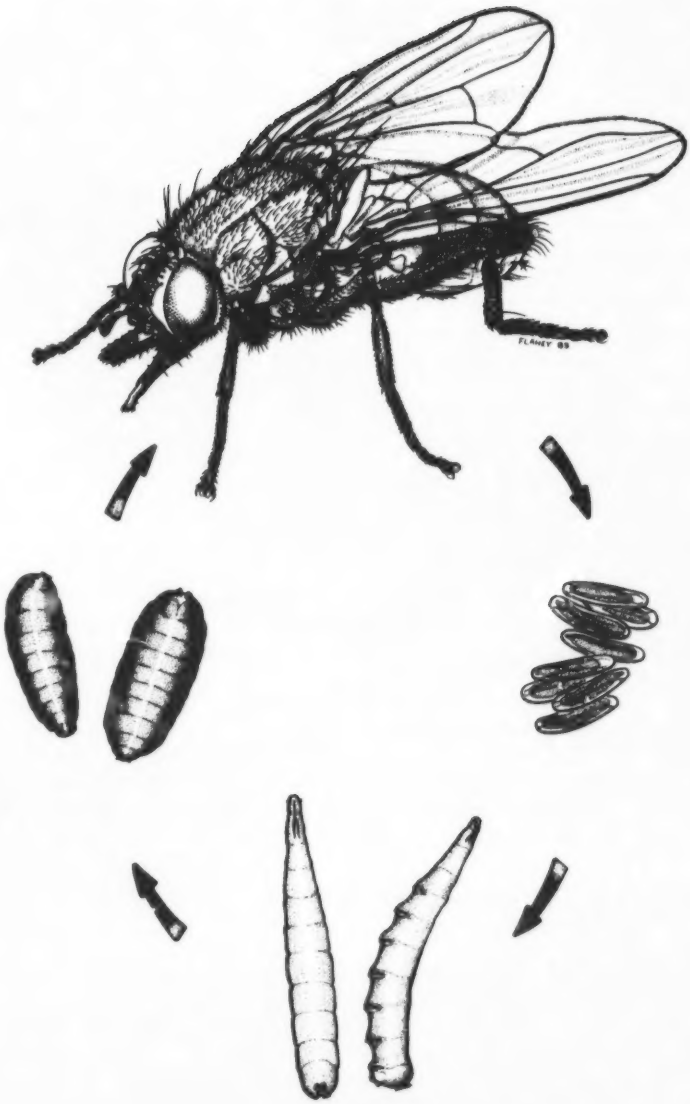


Fig. 6 Cycle de vie de la mouche des cornes, ***Haematobia irritans***. Dans le sens des aiguilles d'une montre en commençant par le haut: femelle adulte; œufs; larves; des puparíums (la peau durcie de la larve mature), chacun contenant une pupe.

Les larves des mouches des cornes se développent uniquement dans la bouse de vache fraîche. Par temps chaud, ces insectes croissent rapidement; à 30 °C, il y a une nouvelle génération toutes les trois semaines environ, et à 25 °C, tous les mois. Les jeunes larves, qui ne peuvent résister à la dessiccation, demeurent à la surface humide de la bouse; les larves plus âgées s'installent dans des tunnels creusés dans la bouse moins humide par les larves de bousiers. La pupation a lieu dans le sol sur lequel repose la bouse ou dans les zones environnantes. Dans les régions où les bousiers recueillent et enterrent la fiente de vache peu après l'excrétion, les mouches des cornes sont rares, sans doute parce que les larves ne trouvent pas assez de nourriture.

Les larves de stomoxes croissent également dans la bouse de vache, mais peuvent se développer dans toute végétation en décomposition, comme dans le gazon coupé, les déchets des usines d'emballage ou les plantes aquatiques rejetées sur les rivages des Grands Lacs. Leur développement est également rapide et ces insectes sont polyvoltins. Contrairement aux membres des familles antérieures, les mouches des cornes et les stomoxes hibernent à l'état de pupes. Celles-ci reposent dans un puparium formé par la dernière enveloppe larvaire qui a durci et est devenue plus foncée. Le puparium offre sans doute une certaine protection contre les bactéries et les champignons, mais non pas contre les prédateurs comme les souris ou les musaraignes ni contre les guêpes parasites qui percent un trou dans l'enveloppe pour y insérer leurs œufs.

Un parent de plus petite taille de la mouche des cornes, à savoir l'*Haematobosca alcis*, est l'unique Muscidae hématophage indigène d'Amérique du Nord. Cet insecte est associé à l'orignal et, d'après les observations, ne s'attaque ni à l'homme ni au bétail.

On soupçonne que cet insecte a la capacité de transmettre mécaniquement les bactéries qui se déposent sur leurs pièces buccales, comme celles qui causent la tularémie et l'anthrax. Comme dans le cas des tabanides, ils sont prudents et peuvent piquer plusieurs animaux de nombreuses fois avant de se rassasier. Au Canada, il n'y a pas encore de preuve que ces insectes aient transmis la tularémie ou l'anthrax.

Mélophages ou barbins du mouton (*Melophagus ovinus*—Hippoboscidae)

En apparence, les mélophages ressemblent aux tiques plutôt qu'aux mouches; dépourvus d'ailes, ces insectes, dont le corps brun est robuste, passent toute leur vie dans la laine de leur unique hôte, le mouton. Les adultes se déplacent dans la laine et se nourrissent lorsqu'ils ont faim. Leurs pièces buccales ont la même structure que celles des mouches des cornes et des stomoxes: toute la trompe est enfoncée dans la peau au moyen de séries de dents rebourbées à l'extrémité, qui se déplacent en sens opposé de manière à faire pénétrer la trompe dans la peau.

Les mélophages appartiennent à une petite famille de mouches qui sont toutes ectoparasites, en général, des oiseaux. Appelés habituellement poux, ces insectes ont tout le corps fortement aplati, sans doute pour faciliter les déplacements dans la fourrure ou les plumes. La majorité des espèces d'Hippoboscidés possèdent des ailes et, par conséquent, peuvent facilement

Fig. 7 Femelle adulte du barbin du mouton.

passer pour des mouches. Aucune d'entre elles n'attaque les volailles domestiques, mais elles peuvent parfois s'en prendre au gibier à plumes. Une espèce d'Hippoboscidés, à savoir *Lipoptena cervi*, que l'on rencontre sur les chevreuils de la Colombie-Britannique, possède, au début de sa vie adulte, des ailes qui tombent dès qu'elle a trouvé un hôte. Les ailes peuvent gêner les déplacements dans les poils, mais ne semblent pas gêner les espèces parasites des oiseaux, car la plupart d'entre elles possèdent des ailes qu'elles conservent toute leur vie.

Tous les poux, dont les mélophages, partagent avec la mouche tsé-tsé (Glossinidae) d'Afrique et les ectoparasites des chauve-souris (Nycteribiidae et Streblidae) la propriété exceptionnelle de retenir leurs larves in utero. Une seule larve se développe à la fois, depuis la ponte jusqu'à la maturité, dans

une extension spéciale de l'oviducte, où elle se nourrit entièrement des sécrétions de glandes accessoires spéciales, appelées « glandes lactifères ». À maturité, la larve est rejetée par la femelle, devient plus foncée et durcit rapidement pour former un puparium, à l'intérieur duquel se développe la pupe quelques jours plus tard. Les femelles des mélophages déposent leurs larves arrivées à maturité dans la laine de l'hôte; d'autres Hippoboscidés quittent l'hôte temporairement pour déposer leurs larves en des endroits appropriés sur le sol. Les femelles semblent pouvoir nourrir successivement plusieurs larves pendant la durée de leur vie.

Le mélophage, qui vit constamment à la chaleur, n'hiberne pas. D'autres poux hibernent à l'état de pupe, sans doute à la surface du sol ou dans la couche superficielle.

Le parasiticide utilisé tous les ans pour traiter les moutons suffit habituellement pour contrôler la population de mélophages.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier particulièrement Barry Flahey, de l'Institut de recherches biosystématiques d'Agriculture Canada et le Conseil de recherches pour la défense, de la Défense nationale du Canada, de nous avoir permis d'utiliser les planches couleurs des figures 1 à 5. Barry Flahey a également préparé les figures 6 et 7 spécialement pour cette publication. A. Borkent, C.D. Dondale et J.D. Lafontaine ont eu l'amabilité de relire le manuscrit et ont proposé de nombreuses modifications utiles.

BIBLIOGRAPHIE

Renseignements généraux sur les mouches et leurs habitudes.

Hudson, A., ed. 1972. Biting fly control and environmental quality. Defence Research Board, Ottawa. 162 pp.

Laird, M., ed. 1982. Biting flies in Canada: Health effects and economic consequences. National Research Council of Canada Publication No. 19248 of the Environmental Secretariat, Ottawa. 157 pp.

McAlpine, J. F.; Peterson, B. V.; Shewell, G. E.; Teskey, H. J.; Vockeroth, J. R.; Woods, D. M., eds. 1981. Manual of Nearctic Diptera. Vol. 1. Monograph 27, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa. 674 pp.

Oldroyd, H. 1964. The natural history of flies. Weidenfeld and Nicolson, London. 324 pp.

Smith, K. G. V., ed. 1973. Insects and other arthropods of medical importance. Publication 720. British Museum (Natural History), London. 561 pp.

Stone, A.; Sabrosky, C. W.; Wirth, W. W.; Foote, R. H.; Coulson, J. R., eds. 1965 (reprinted 1982). A catalog of the Diptera of America north of Mexico. Agriculture Handbook 276. United States Department of Agriculture, Washington. 1696 pp.

Moustiques

Carpenter, S. J.; LaCasse, W. J. 1955. Mosquitoes of North America (north of Mexico). University of California Press, Berkeley and Los Angeles. 360 pp., 127 plates.

Darsie, R. F., Jr.; Ward, R. A. 1981. Identification and geographical distribution of the mosquitoes of North America, north of Mexico. Mosquito Systematics Supplement 1. American Mosquito Control Association, Fresno, California. 313 pp.

Knight, K. L.; Stone, A. 1977. A catalog of the mosquitoes of the world. Second edition. Volume VI, The Thomas Say Foundation. Entomological Society of America, College Park, Maryland. 611 pp.

Mahdy, M. S.; Spence, L.; Joshua, J. M., eds. 1979. Arboviral encephalitides in Ontario with special reference to St. Louis encephalitis. Ontario Ministry of Health, Toronto. 364 pp.

Sekla, L., ed. 1982. Western equine encephalitis in Manitoba. Manitoba Department of Health, Winnipeg. 296 pp.

Wood, D. M. 1984. Clés des genres et des espèces de moustiques du Canada. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa. 92 pp.

Wood, D. M.; Dang, P. T.; Ellis, R. A. 1979. The mosquitoes of Canada. Part 6. The insects and arachnids of Canada. Publication 1686. Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa. 390 pp.

Mouches noires et simulies

Davis, D. M.; Peterson, B. V.; Wood, D. M. 1962. The black flies (Diptera: Simuliidae) of Ontario. Part I. Adult identification and distribution with descriptions of six new species. Proceedings of the Entomological Society of Ontario 92 (1961):70–154.

Fredeen, F. J. H. 1981. Keys to the black flies (Simuliidae) of the Saskatchewan River in Saskatchewan. Quaestiones entomologicae 17:189–210.

Jamnback, H. 1973. Recent developments in control of blackflies. Annual Review of Entomology 18:281–304.

Laird, M. 1981. Blackflies: The future for biological methods in integrated control. Academic Press, London. 399 pp.

Sommerman, K. M. 1953. Identification of Alaskan black fly larvae. Proceedings of the Entomological Society of Washington 55:258–273.

Stone, A. 1952. The Simuliidae of Alaska (Diptera). Proceedings of the Entomological Society of Washington 54:69–96.

Stone, A. 1964. Guide to the insects of Connecticut. Part VI. The Diptera or true flies of Connecticut Ninth fascicle Simuliidae and Thaumaleidae. Bulletin No. 97. State Geological and Natural History Survey of Connecticut. 126 pp.

Stone, A.; Jamnback, H. A. 1955. The black flies of New York State (Diptera: Simuliidae). Bulletin No. 349. New York State Museum, Albany. 144 pp.

Wood, D. M.; Peterson, B. V.; Davies, D. M.; Gyorkos, H. 1963. The black flies (Diptera: Simuliidae) of Ontario. Part II. Larval identification, with descriptions and illustrations. Proceedings of the Entomological Society of Ontario 93 (1962):99–129.

Taons et chrysops

Hanec, W.; Bracken, G. K. 1964. Seasonal and geographical distribution of Tabanidae (Diptera) in Manitoba, based on females captured in traps. Canadian Entomologist 96:1362–1369.

Lewis, D. J.; Bennett, G. F. 1977. Biting flies of the eastern Maritime Provinces of Canada. I. Tabanidae. Canadian Journal of Zoology 55:1493–1503.

Middlekauff, W. W.; Lane, R. S. 1980. Adult and immature Tabanidae (Diptera) of California. Bulletin of the California Insect Survey. Volume 22. University of California Press, Berkeley. 99 pp.

Nowierski, R. M.; Gittins, A. R. 1976. The horse flies and deer flies of Idaho. Research Bulletin No. 96. Idaho Agricultural Experiment Station, Moscow. 48 pp.

Pechuman, L. L.; Teskey, H. J.; Davies, D. M. 1961. The Tabanidae (Diptera) of Ontario. Proceedings of the Entomological Society of Ontario 91 (1960):77–121.

Pechuman, L. L. 1964. A list of the Tabanidae (Diptera) of Quebec. The Canadian Entomologist 96:1495–1496.

Pechuman, L. L. 1981. The horse flies and deer flies of New York (Diptera, Tabanidae) Second edition. Search: Agriculture. Ithaca, New York: Cornell University Agricultural Experiment Station Bulletin No. 18. 68 pp.

Pechuman, L. L.; Webb, D. W.; Teskey, H. J. 1983. The Diptera, or true flies, of Illinois I. Tabanidae. Vol. 33, article 1. Bulletin of the Illinois Natural History Survey, Urbana. 121 pp.

Philip, C. B. 1962. Records of Tabanidae from Labrador and Newfoundland. Opuscula entomologica 27:230–236.

Philip, C. B. 1955. New North American Tabanidae. IX. Notes on and keys to the genus *Chrysops* Meigen. Revista Brasiliana Entomologia 3:47–128.

Stone, A. 1938. The horseflies of the subfamily Tabanidae of the Nearctic region. Miscellaneous Publication No. 305. United States Department of Agriculture, Washington. 171 pp.

Teskey, H. J. 1969. Larvae and pupae of some eastern North American Tabanidae (Diptera). Memoirs of the Entomological Society of Canada—No. 63. 147 pp.

Teskey, H. J. (In preparation.) The Tabanidae of Canada and Alaska. The insects and arachnids of Canada. Research Branch, Agriculture Canada.

Thomas, A. W. 1973. The deer flies (Diptera: Tabanidae: *Chrysops*) of Alberta. Quaestiones entomologicae 9:161–171.

Thomas, A. W. 1978. Records of horse flies and deer flies (Diptera: Tabanidae) in New Brunswick. Canadian Journal of Zoology 56:1546–1549.

Brûlots

Jamnback, H. 1965. The *Culicoides* of New York State (Diptera: Ceratopogonidae). Bulletin No. 399. New York State Museum and Science Service, Albany. 154 pp.

Pour des renseignements supplémentaires, s'adresser au Canada Biting Fly Centre, Department of Entomology, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba.